

**Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y de estabilidad de una salsa de
fruta con inclusión de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)**

Marolyn Dayan Cardenas Quimbayo

Proyecto de investigación Presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniera de Alimentos

Director (a)

Ruth Mary Benavides Guevara

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

ECBTI- Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería

Ingeniería de alimentos

Bogotá

2020

Dedicatoria

Dedicado a mis padres Paola y Danny por su amor, compromiso y ánimo brindado
en todo este proceso.

Agradecimientos

Agradezco inmensamente a mi familia por su apoyo incondicional, por los consejos y motivación. Gracias a mi compañero de vida Edison por su paciencia y compañía, de igual manera a mi hermana Nicoll por ser un impulso más para continuar.

Agradezco a mi directora de proyecto, la ingeniera Ruth Mary Benavides por dirigir y brindar su conocimiento y su tiempo encaminándome siempre a la excelencia. También le doy gracias a la Ingeniera Ibeth Rodríguez por compartirme su conocimiento. Al grupo de investigación GIEPRONAL y al semillero de investigación CITECAL, gracias por permitirme hacer parte del proyecto. También agradezco a la empresa Quality Q y a su propietaria Soledad Rueda por brindarme su apoyo en la presente investigación.

Agradezco a mis compañeros de carrera Jeimmy, Gabriela, Diego y Marlon por su motivación y animo brindado.

Por último, agradezco a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por compartir sus instalaciones y poder culminar el proyecto de investigación.

Resumen

Actualmente existe una tendencia entre los consumidores en adquirir alimentos con un valor nutricional que beneficie su salud. La quinua es un pseudocereal reconocido por sus bondades nutricionales ya que tiene un alto contenido proteico, aminoácidos y ácidos grasos esenciales, que lo hace un alimento con valor agregado, además, brinda la posibilidad de aprovechar su alta producción en el país llevando a cabo transformaciones tecnológicas. El presente proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar las propiedades fisicoquímicas y de estabilidad de una salsa de fruta con inclusión de quinua, desarrollada por la empresa Quality Q en Cundinamarca. En este trabajo se analizaron diferentes formulaciones para estandarizar el proceso de elaboración de la salsa de fruta con inclusión de quinua, se determinaron las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, se realizó una evaluación sensorial a 70 consumidores, posterior, se evaluó la estabilidad de la salsa a través del tiempo mediante pruebas aceleradas con un muestreo parcialmente escalonado, estableciendo un tiempo de estudio y periodicidad para analizar pH, acidez, sólidos solubles, sinéresis, viscosidad, color y actividad de agua. Se estandarizó el proceso, la formulación del producto y se caracterizó, para cumplir con los parámetros de pH y °Brix establecidos en la norma. Sensorialmente se evidenció que el 90% de los consumidores encuestados comprarían el producto. Respecto a la estabilidad de la salsa se encontró que el parámetro fisicoquímico relevante en el producto fue luminosidad, se evidenció que el orden de la reacción fue cero, y la energía de activación es de 12424,442 J/mol. Se concluye que la salsa cumple con la normatividad vigente, y su vida útil se calcula hasta 32 días a temperatura ambiente, resaltando que es una salsa sin conservantes y esto puede influir en la vida útil.

Palabras clave: Estabilidad, salsa de fruta, quinua, almacenamiento, caracterización

Abstract

Currently there is a trend among consumers to purchase food with a nutritional value that benefits their health. Quinoa is a pseudocereal recognized for its nutritional benefits since it has a high protein content, amino acids and essential fatty acids, which makes it a food with added value, in addition, it offers the possibility of taking advantage of its high production in the country by carrying out transformations technological. The objective of this research project is to evaluate the physicochemical and stability properties of a fruit sauce including quinoa, developed by the Quality Q company in Cundinamarca. In this work, different formulations were analyzed to standardize the process of elaboration of the fruit sauce including quinoa, the physicochemical and microbiological properties were determined, a sensory evaluation was carried out on 70 consumers, later, the stability of the sauce was evaluated at Through time through accelerated tests with a partially staggered sampling, stable study time and periodicity to analyze pH, acidity, soluble solids, syneresis, viscosity, color and water activity. The process and the product formulation were standardized and characterized to comply with the pH and °Brix parameters established in the standard. Sensorially it was evidenced that 90% of the consumers surveyed would buy the product. Regarding the stability of the sauce, it was found that the relevant physicochemical parameter in the product was luminosity, it was evidenced that the order of the reaction was zero, and the activation energy is 12391.1856 J / mol. It is concluded that the sauce complies with current regulations, and its shelf life is calculated up to 32 days at

room temperature, highlighting that it is a sauce without preservatives and this may influence the shelf life.

Keywords: Stability, fruit sauce, quinoa, storage, characterization

Tabla de Contenidos

Introducción	16
Objetivos	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
Marco Conceptual y Teórico	21
Generalidades de la mora	21
Propiedades nutricionales de la mora	22
Descriptores de calidad de la fruta	23
Producción mora	24
Comercialización de mora	25
Clasificación de la mora de castilla	25
Breve historia del cultivo de Quinua en Colombia	26
Características de la quinua	26
Propiedades nutricionales de la quinua	28
Carbohidratos	29
Proteína	29
Vitaminas y minerales	30
Producción de Quinua en Colombia	31
Salsas	31
Normatividad de salsas a nivel nacional	32
Antecedentes de conservas de frutas con inclusión de quinua	33
Antecedentes de estabilidad en conservas de frutas	33

Análisis de vida útil	35
Métodos Indirectos	36
Pruebas aceleradas	37
Reacciones cinéticas en alimentos para la predicción de la pérdida de calidad	38
Orden de reacción	38
Determinación de las constantes de velocidad de reacción según modelo de Arrhenius	39
Metodología	40
Materia prima.	40
Objetivo 1.	40
Estandarizar el proceso de elaboración de la salsa de fruta con inclusión de quinua	40
Determinación de las propiedades fisicoquímicas	41
Características en la propiedad de color	42
Determinación de las propiedades microbiológicas	43
Evaluación sensorial de la salsa de fruta con inclusión de quinua	44
Objetivo 2.	45
Estabilidad de la salsa de fruta mediante la determinación de la vida útil en pruebas aceleradas	45
Selección de descriptor crítico	46
Determinación de orden de reacción	46
Determinación de las constantes de velocidad de reacción	48
Estimación vida útil	49

Análisis estadístico	50
Transferencia tecnológica a transformadores de quinua	50
Resultados y Discusión	50
Estandarización de proceso	50
Descripción del proceso	52
Caracterización de la salsa de fruta con inclusión de quinua	54
Propiedades fisicoquímicas	54
Propiedades microbiológicas	57
Caracterización sensorial	58
Estabilidad de la salsa mediante la determinación de la vida útil en pruebas aceleradas	62
Propiedades fisicoquímicas de la salsa a través del tiempo	62
pH	63
Acidez	64
Sólidos Solubles	66
Sinéresis	67
Actividad de agua	69
Color	70
Orden de la reacción de la salsa de fruta con inclusión de quinua	74
Determinación de las constantes de velocidad de reacción (k)	75
Estimación de tiempo de Vida útil	76
Transferencia tecnológica a transformador de quinua	79
Conclusiones	80

	11
Recomendaciones	83
Anexos	84
. Evidencia fotográfica	84
. Análisis estadístico	86
Evidencia transferencia tecnológica	91
Lista de referencias	94

Lista de tablas

Tabla 1. Características nutricionales de la mora	22
Tabla 2. Composición química mora de castilla	24
Tabla 3. Importancia nutricional de la Quinua en comparación con otros cereales	28
Tabla 4. Contenido de aminoácidos en los granos de quinua.....	29
Tabla 5. Ecuaciones en el estudio de la vida útil de los alimentos según la reacción	39
Tabla 6. Metodología para las propiedades fisicoquímicas de la salsa de fruta	41
Tabla 7. Parámetros de color	42
Tabla 8. Metodología empleada para las propiedades microbiológicas de la salsa de fruta	44
Tabla 9. Propiedades fisicoquímicas de la salsa de fruta	45
Tabla 10. Formulación porcentual salsa de frutas con inclusión de quinua	51
Tabla 11. Evaluación de las características fisicoquímicas en la formulación según regulación.....	52
Tabla 12. Caracterización fisicoquímica de la salsa de fruta con inclusión de quinua	54
Tabla 13. Viscosidad salsa de frutas con inclusión de quinua.....	56
Tabla 14. Resultados propiedades microbiológicas	57
Tabla 15. Resultados sensoriales de la prueba hedónica a consumidores.....	61
Tabla 16. Resultados variable color temperatura de almacenamiento 20°C	71
Tabla 17. Resultados variable color temperatura de almacenamiento 37°C	71
Tabla 18. Resultados variable color temperatura de almacenamiento 47°C	71

Tabla 19. Orden de reacción y constante específica de velocidad (k) para las cinéticas de luminosidad, sinéresis, actividad de agua durante el almacenamiento a 20°C, 37°C y 47°C	74
Tabla 20. Valores constante de velocidad de reacción de orden cero.....	76
Tabla 21. Estimación vida útil para cada temperatura de almacenamiento	78
Tabla 22 Análisis de Varianza para °Brix - Suma de Cuadrados Tipo III	86
Tabla 23 Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III.....	87
Tabla 24 Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III.....	87
Tabla 25 Análisis de Varianza para aW (Actividad de agua) - Suma de Cuadrados Tipo III	88
Tabla 26 Análisis de Varianza para Sinéresis - Suma de Cuadrados Tipo III.....	89
Tabla 27 Análisis de Varianza para L - Suma de Cuadrados Tipo III.....	89
Tabla 28 Análisis de Varianza para a - Suma de Cuadrados Tipo III.....	90
Tabla 29 Análisis de Varianza para b - Suma de Cuadrados Tipo III	90

Lista de figuras

Figura 1. Categoría de la mora de castilla	26
Figura 2. Sección longitudinal media del grano de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd)..	27
Figura 3. Diagrama de flujo del procedimiento de elaboración de la salsa.....	53
<i>Figura 4.</i> Resultados encuesta previa – Consume actualmente salsa de frutas.....	58
Figura 5. Resultados encuesta previa – Compra actualmente salsa de frutas con inclusión de quinua	59
<i>Figura 6.</i> Resultados encuesta previa – Compraría la salsa de frutas con inclusiones de quinua	60
Figura 7. Comportamiento de pH a diferentes temperaturas de almacenamiento	63
Figura 8. Comportamiento de porcentaje de ácido málico a diferentes temperaturas de almacenamiento.....	65
Figura 9. Comportamiento de °Brix a diferentes temperaturas de almacenamiento.....	66
Figura 10. Comportamiento de sinéresis (%) a diferentes temperaturas de almacenamiento	68
Figura 11. Comportamiento de aW a diferentes temperaturas de almacenamiento	70
Figura 12. Comportamiento de diferencia total de color (L^*) en el tiempo para las temperaturas de almacenamiento	72
Figura 13. Comportamiento de diferencia total de color ΔE (%) en el tiempo para las temperaturas de almacenamiento.	73

Figura 14. Gráfica de Arrhenius, Vida útil salsa de frutas con inclusión de quinua	77
Figura 15 Salsa de frutas con inclusión de quinua T1 – 20°C	84
Figura 16 Salsa de frutas con inclusión de quinua T2 – 37°C	85
Figura 17 Salsa de frutas con inclusión de quinoa T3 – 47°C	85
<i>Figura 18</i> Evidencia 1 transferencia tecnológica	92
Figura 19 Evidencia 2 transferencia tecnológica	92
Figura 20 Evidencia 3 transferencia tecnológica	92
Figura 21 Evidencia 4 transferencia tecnológica	93

Introducción

La mora es una fruta reconocida por su alto contenido de antioxidantes, y es de gran importancia en la salud del ser humano (Guzmán, Cuenca, & Tacuri, 2018), se caracteriza por su amplia gama culinaria, potencial nutritivo, presencia de abundantes pigmentos naturales (antocianinas y carotenoides), vitamina C, E y cuenta con la presencia de hierro asimilable. La producción de mora en Colombia ha sido ascendente en los últimos años según estadísticas, siendo considerada una fruta con grandes oportunidades de cultivo en el país, al lograr una producción de 779t a nivel nacional en el año 2014 (Agronet, 2017). Los departamentos con mayor producción de mora de castilla en Colombia son: Cundinamarca 34.009t/año, Huila 8.361t/año y Nariño 7.502t/año, Agronet (2018). Sin embargo, reportan que existe un alto porcentaje en las pérdidas poscosecha de la mora de castilla (Grijalba Rativa, Calderón Medellín, & Pérez Trujillo, 2016), debido a daños por compactación o magullamiento durante la recolección o mientras son depositadas en recipientes pueden presentar liberación de jugos que, al ser ricos en azúcares simples, facilitan el crecimiento del moho *Botrytis cinera* o de otros microorganismos, como *Penicillium sp.* y *Rhyzopus sp.* (Reyes, 2017), generando una pérdida de entre 25 al 50% del producto fresco en toda la producción (Guzmán et al., 2018).

Por tal razón se considera importante aprovechar estos cultivos en diferentes transformaciones que contrarreste su alta perecibilidad debido a su fragilidad e inadecuado manejo poscosecha, que produce un alto deterioro y una corta vida útil (Olivo, 2018).

Por otro lado, Cundinamarca presenta otros productos reconocidos como la quinua,

la alta producción, su gran valor nutricional, su elevado contenido de aminoácidos esenciales y proteína, hace que sea considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, y ha sido incorporada en la dieta de los consumidores locales, sin embargo, es un producto que se comercializa comúnmente en grano y carece de transformaciones tecnológicas (Lombana, Amashta, Correa, & Rodríguez, 2018), por eso es necesario formular proyectos que desarrollen productos con inclusión de este pseudocereal que impulsen a los transformadores de quinua. La importancia de la transformación de la quinua en Colombia es un tema que ha venido creciendo en los últimos años y se estima, que para el año 2020 el país tenga sembradas 10.000 hectáreas de quinua orgánica y convencional, con una producción aproximada a las 20.000 toneladas con la que se beneficiarán al menos 20.000 familias las cuales tendrán acceso a sistemas de producción diversificada y sostenible, Minagricultura (2016).

El auge de la quinua y el potencial actual permite generar propuestas para el mejoramiento de productos que actualmente no están estandarizados, a través de la caracterización de sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales como el conocer la estabilidad durante su almacenamiento, para facilitar su comercialización. Por ello, es de gran importancia formular proyectos de investigación para fortalecer a las familias campesinas en el desarrollo de productos innovadores que pueden aportar nutricionalmente a la población y que a su vez brinde un impacto económico y social a las familias transformadoras.

Dentro de la estandarización de un producto es importante definir el tiempo de

estabilidad del mismo, para garantizar productos inocuos y de la mejor calidad que lleguen en excelentes condiciones al cliente o consumidor final, por tal razón el presente proyecto de investigación pretende evaluar la estabilidad de un alimento, definido como el periodo de tiempo durante el cual resulta deseable el consumo del producto alimenticio sin presentar alteración físicas y sensoriales (Casusol, 2018), ya que es un requisito de comercialización, hace parte de las políticas de mejora en la empresa productora y transformadora de quinua, además, es un requisito establecido en la normatividad vigente (Condori & Guerrero, 2019).

Este proyecto promueve productos regionales como una salsa de fruta con inclusión de quinua buscando la estandarización, para el cumplimiento de los estándares de calidad y la normatividad vigente, de igual manera se pretende evaluar la estabilidad durante el almacenamiento. Resaltando que este proyecto busca apoyar de manera ingenieril e investigativa a familias campesinas, productores y transformadores de Cundinamarca como la empresa Quality Q, que produce conservas innovadoras de una manera artesanal. De hecho, cabe destacar que esta propuesta se incluye en el cumplimiento de las metas establecidas en el plan de desarrollo de Cundinamarca (2020-2024) que implementa y promueve investigación, desarrollo tecnológico sostenible y crecimiento económico local utilizando los recursos naturales del departamento.

Finalmente, esta propuesta apoya los objetivos planteados del proyecto macro PS-19-2018 “*Fortalecimiento en la producción de derivados de quinua (Chenopodium quinoa*

Willd) como una estrategia para la conformación de la cadena productiva en Cundinamarca”, buscando fortalecer la academia y el sector productivo.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar las propiedades fisicoquímicas y de estabilidad de una salsa de fruta con inclusión de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) para fortalecer la cadena productiva en Cundinamarca.

Objetivos específicos

Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la salsa de fruta de acuerdo con la normatividad vigente.

Establecer la estabilidad de la salsa de fruta mediante las características fisicoquímicas durante su almacenamiento.

Marco Conceptual y Teórico

Generalidades de la mora

La mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*), es una fruta no climatérica, rica en minerales y vitaminas por lo que presenta un gran futuro como producto de exportación en forma congelada o fresca para su diversificación industrial. Esta fruta debe tener un manejo poscosecha apropiado debido a su fragilidad y corta vida útil (3 a 5 días), de lo contrario las pérdidas son cercanas al 70%. Para preservar su calidad y frescura, la conservación se hace por refrigeración o congelación. Por otro lado, por su gran contenido de humedad (91%) se convierte en un fruto vulnerable al ataque fúngico lo que disminuye la calidad del fruto y a su vez la vida útil (Villegas, 2016).

Esta fruta es nativa de los Andes con gran potencial agronómico, se cultiva de manera comercial en diversos países tales como: Estados Unidos, México, Guatemala, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Chile. Perteneció al género *Rubus*, comprendiendo 750 especies, aunque únicamente 9 de ellas tienen valor comercial, exhibiendo gran diversidad morfológica, que incluye numerosas especies, leñosas, herbáceas, semiherbáceas, especies rastreras y trepadoras, a pesar de ello la de mayor importancia en Colombia es la mora de castilla por su alta demanda y producción en el país (Martínez-Salinas et al., 2019).

Propiedades nutricionales de la mora

La mora es una fruta rica en diferentes vitaminas, minerales, alto contenido de humedad, muy bajo en azúcares reductores, también antioxidantes que la hacen un alimento funcional (Olivo, 2018). A continuación, se presenta en la tabla 1 sus características nutricionales.

Tabla 1. Características nutricionales de la mora

<i>Características</i>	<i>Valor</i>
Fibra (%)	0.44
Azúcares totales (%)	5.35
Azúcares reductores (%)	5.11
Vitamina C (mg/100g)	16.59
Calcio (µg/g)	201
Magnesio (µg/g)	277
Fosforo (µg/g)	302
Potasio (µg/g)	2.640
Sodio (µg/g)	63
Hierro (µg/g)	2
Zinc (µg/g)	6
Manganeso (µg/g)	4

Fuente: Olivo, (2018)

Además, esta fruta contiene un 80% de agua, 10% de carbohidratos. La gran mayoría de la producción de mora en el país es destinada a la producción de productos procesados, algunos son: pulpas, vinos, mermeladas, yogurt, entre otros. También es considerada medicinal, pues en las semillas de la mora se han encontrado aceites oleicos, linoleicos, linolenicos y palmítico los cuales son de beneficio, evitando enfermedades cardiacas y cáncer. Adicional, la ingesta de mora optimiza el funcionamiento del Sistema inmunológico reduciendo el riesgo de enfermedades, al igual que neutraliza la acción de los radicales libres gracias a la producción de antioxidantes como las antocianinas y carotenoides (Almache, 2017).

Descriptores de calidad de la fruta

La mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*), es una fruta no climatérica, es una fuente rica en minerales y vitaminas. Esta fruta debe tener un manejo poscosecha apropiado debido a su fragilidad y corta vida útil (3 a 5 días), de lo contrario las pérdidas son cercanas al 70%. Para preservar su calidad y frescura, la conservación se hace por refrigeración o congelación. Por otro lado, por su gran contenido de humedad (91%) se convierte en un fruto vulnerable al ataque fúngico lo que disminuye la calidad del fruto y a su vez la vida útil (Villegas, 2016).

Al momento de determinar la calidad de los productos hortofrutícolas se deben tener en cuenta características, atributos y propiedades que dan al producto su valor como

alimento (Iza et al., 2020), En la tabla 2, se evidencia los resultados de las variables fisicoquímicas de cultivos de mora de castilla.

Tabla 2. Composición química mora de castilla

<i>Descriptor</i>	<i>Mora de castilla</i>	<i>Referencias</i>
Firmeza (N)	1.96	Iza et al., (2020)
Humedad (%)	87.43	Olivo, (2018)
Cenizas (%)	0.61	Olivo, (2018)
Sólidos solubles (°Brix)	9.47 – 12.6	Iza et al., (2020); Olivo, (2018)
pH	2.93 – 3.72	Iza et al., (2020); Olivo, (2018)
Acidez titulable (%)	2.36 – 2.62	Iza et al., (2020); Olivo, (2018)

Fuente: Autoría propia

Producción mora

La mora de castilla es una de las frutas con mayor hectáreas sembradas en el país, el departamento de Cundinamarca es el territorio con más siembra de mora y por ende el que tiene una mayor producción, representa cerca del 30% del área sembrada y el 34% de la producción nacional (Blackberry & Sumapaz, 2019).

Por ejemplo, en la provincia de Sumapaz en el año 2018 fue de 6.328 toneladas, en un ciclo de producción permanente, con dos recolecciones semanales, dentro del cual

Silvania produce 3.400 toneladas, seguido de Pasca 2.400, estimando alrededor de 771 hectáreas sembradas (Blackberry & Sumapaz, 2019).

Comercialización de mora

Esta fruta tiene un alto consumo a nivel mundial con amplia aceptación como producto fresco y se considera que tiene un alto potencial industrial debido a su exótico sabor y fácil procesamiento. El consumo de la mora en el mundo ha aumentado en los últimos años debido al contenido de compuestos fenólicos y vitamina C, que puede ayudar a la prevención de enfermedades degenerativas, además, los pigmentos naturales especialmente las antocianinas proporcionan colores atractivos para la industria alimentaria haciéndola atractiva al consumidor final (Almache, 2017).

Clasificación de la mora de castilla

En base a la NTC 4106 (1997) la mora de castilla se clasifica en tres categorías, extra, I y II, independiente del calibre y del color, la madurez de la mora de castilla se aprecia visualmente por su color variando conforme al desarrollo del fruto, en la figura 1 se puede evidenciar la carta de color para esta fruta (Reyes, 2017).



Figura 1. Categoría de la mora de castilla

Fuente: Reyes, (2017)

Breve historia del cultivo de Quinoa en Colombia

En Colombia, uno de los componentes más importantes en la alimentación de los pueblos prehispánicos de las tierras altas de los andes es la Quinoa al igual que otras especies andinas comestibles, fue utilizada por los Chibchas y otras tribus de la meseta cundiboyacense y se empezó a desplazar hacia el Huila, quienes tenían relaciones con los pobladores de las Sabana de Bogotá, su uso fue común hasta que se inició la importancia masiva de trigo.

Por otro lado, el maíz fue sustituyendo gradualmente la Quinoa debido al tamaño de los granos, facilidades de la cosecha, entre otras propiedades, generando un desplazamiento a zonas con características muy propias de rusticidad, producción y calidad nutritivas (Guerrero López, 2018)

Características de la quinoa

La quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) es un grano ancestral que se ha retomado a través de los tiempos, se cultiva en todos los Andes, cultivada desde épocas precolombinas. Tiene una extraordinaria adaptabilidad a climas diversos: desde desértico hasta climas calurosos y secos, puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88% y soporta

temperaturas desde -4°C hasta 38°C (Lombana et al., 2018). La importancia de la quinua radica en su alta calidad como alimento y el aprovechamiento de toda su planta.

La quinua se considera un pseudocereal, porque, aunque no pertenece a la familia de las gramíneas es utilizada como cereal por su alto contenido de almidón. El perisperma es la parte mayoritaria, que representa el 60% del grano y es la parte más rica en almidón, esto se evidencia en la Figura 2. El perisperma está envuelto por el embrión, que es la parte más nutritiva del grano y está compuesto por proteínas (35-40% de la semilla), ácidos grasos esenciales, ácido fólico, colina y vitamina E, representando sus valores en la Tabla 3, (Pastor, 2017).

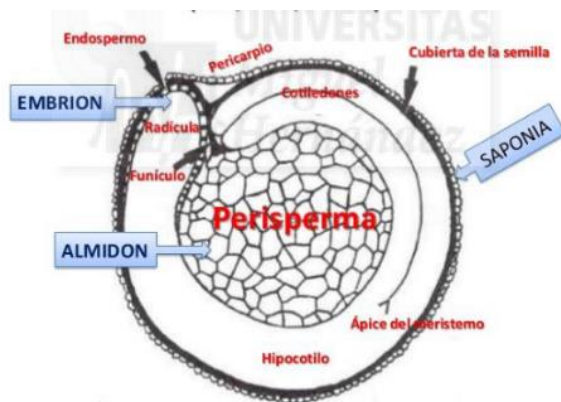


Figura 2. Sección longitudinal media del grano de quinua (Chenopodium quinoa Willd)

Fuente: Pastor, (2017)

Propiedades nutricionales de la quinua

A continuación, se presenta en la tabla 3 el valor nutricional del pseudocereal comparado con otros productos alimenticios.

Tabla 3. Importancia nutricional de la Quinua en comparación con otros cereales

<i>Vitaminas</i>	<i>Quinua</i>	<i>Trigo</i>	<i>Arroz</i>	<i>Maíz</i>
Valor energético Kcal/100g	350.00	305.00	353.00	338.00
Proteína g/100g	13.81	11.50	7.40	9.20
Grasa g/100g	5.01	2.00	2.20	3.80
Hidratos de carbono g/100g	59.74	59.40	74.60	65.20
Agua g/100g	12.65	13.20	13.10	12.50
Calcio, Ca mg/100g	66.60	43.70	23.00	150.00
Fósforo, P mg/100g	408.30	406.00	325.00	256.00
Magnesio, Mg mg/100g	204.20	147.00	157.00	120.00
Potasio, K mg/100g	1040.00	502.00	150.00	330.00
Fierro, Fe mg/100g	10.90	3.30	2.60	--
Manganeso, Mn mg/100g	2.21	3.40	1.10	0.48
Zinc, Zn mg/100g	7.47	4.10	--	250

Fuente: Guerrero López, (2018)

Carbohidratos

Los carbohidratos de la semilla contienen entre 58 a 68 % de almidón; se encuentran localizados en el perisperma en gránulos pequeños (2 μm), y son más pequeños que los granos comunes. Son parcialmente cristalinos e insolubles en agua a temperatura ambiente; los tamaños y formas dependen de la fuente biológica, y es altamente digerible. Contiene carbohidratos con índice glucémico bajo, lo que resulta de utilidad en la recomendación de un plan alimentario para el paciente con DM (Hernandez, 2015).

Proteína

La quinua se caracteriza por su alto valor nutricional, al contener 20 aminoácidos (incluyendo los 10 esenciales), y cuenta con 40 % más de lisina que la leche misma, por lo que es capaz de proveer de proteína de alta calidad al organismo, se considera la más completa entre los cereales, incluso podría competir con la proteína animal procedente de la carne, leche y huevos. Además, se reconoce que tiene un bajo nivel de grasa, en comparación a otros cereales, y no posee colesterol (Hernandez, 2015).

Los principales aminoácidos de la quinua se presentarán en la tabla 4.

Tabla 4. Contenido de aminoácidos en los granos de quinua

<i>Aminoácidos</i>	<i>Valor (mg de aminoácidos)</i>
Ácido aspártico	74.4
Acido Glutámico	198.2

Treonina	41.6
Serina	209.3
Prolina	52.5
Glicina	289.2
Alanina	86.9
Valina	115.6
Isoleucina	52.5
Leucina	113.8
Tirosina	54.1
Fenilalanina	66.9
Lisina	118.4
Histidina	82.9
Arginina	295.3
Metionina	9.2
Cistina	1.7
Triptófano	1.1

Fuente: Luque et al., (2019)

Vitaminas y minerales

En lo que respecta a los aportes de minerales, la quinua muestra superioridad sobre los demás cereales en cuanto a fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), hierro (Fe), zinc (Zn), y sobre algunos en cuanto a calcio (Ca) y manganeso (Mn). Además de lo indicado, la quinua provee de vitaminas naturales al humano, especialmente de A, C, D, ácido fólico,

tiamina, riboflavina, niacina y vitamina E, y a esto se suma el ser rica en polifenoles, fitoesteroles y flavonoides, que actúan favorablemente en la reducción de los niveles de lípidos y glucosa del plasma (Hernandez, 2015).

Producción de Quinua en Colombia

La Quinua se encuentra comúnmente en la modalidad de pequeños agricultores en los departamentos de Nariño, Cauca y el altiplano cundiboyacense. En Cundinamarca y Boyacá, se trabajan diferentes variedades manteniendo la tradición de sembrar parcelas mezcladas con Quinua para ser utilizadas en autoconsumo, en algunos casos lo hacen para su comercialización en grano o procesadas.

A mediados de los años 80, la siembra de Quinua en Colombia se proyectaba a 6.000ha de las cuales 500 se localizaban en zonas de cabildos indígenas, 1.200 en minifundios y más de 4.000 entre medianos agricultores de la zona de Nariño, en la actualidad el cultivo de Quinua se conoce ampliamente en el país (Guerrero López, 2018), los departamentos con mayor producción de Quinua en Colombia son: Boyacá 102.98 ton/año, Cauca 721.63 ton/año y Cundinamarca 201.01 ton/año, (Agronet, 2018).

Salsas

La salsa (del latín salsus) es una mezcla de varias sustancias comestibles desleídas y se emplea para aderezar o condimentar la comida, además funciona para humedecer, enmascarar, contrastar, proporcionar sabor o deleite. Desde finales del siglo XVII se ha

pretendido clasificar las salsas. El primero en hacerlo fue el cocinero francés Careme que las clasificó en dos grupos: salsas frías y calientes (Camacho & Gelvez, 2018).

Normatividad de salsas a nivel nacional

Colombia cuenta con Normas técnicas que regulan la calidad de una salsa de fruta, a continuación, se describe dicha normatividad microbiológica y fisicoquímica. La NTC 5583 (2007), define a la salsa de fruta un producto pastoso, semisólido o fluido obtenido por la concentración o no de la mezcla de frutas o productos de fruta, con la adición o no de edulcorantes naturales o artificiales, con la adición o no de agua, especias y aditivos permitidos por la legislación nacional vigente o por lo establecido en la comisión del Codex Alimentarius, donde el principal ingrediente utilizado en la fabricación de la salsa es la fruta o productos de la fruta y pueden ser empleadas directamente en el producto terminado o para decoración o relleno.

De acuerdo con la Norma se ha establecido los requisitos generales sensoriales, porcentaje mínimo de fruta, y como requisitos específicos los fisicoquímicos y microbiológicos. Sin embargo, es importante mencionar otras Normas que apoyan algunos análisis que a continuación se manifiesta:

NTC 4132. Microbiología, guía general para el recuento de mohos y levaduras.
Técnica de recuento de colonias a 25°C

NTC 4519. Microbiología de alimentos, guía general para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 35°C.

Antecedentes de conservas de frutas con inclusión de quinua

En la actualidad el desarrollo de nuevos productos alimenticios ha utilizado como base la sustitución de sémola de trigo por pseudocereales que ayuden a incrementar su valor nutricional, o mejorar su digestibilidad, buscando atender a sectores de la población con intolerancias alimentarias como el gluten. Se han reportado avances significativos en el desarrollo y evaluación de pastas elaboradas a partir de mezclas de sémola de trigo con amaranto, garbanzo, habas, fríjol, maíz, arroz y quinua, realizadas en varios países como: India, Italia, Argentina, Chile, Venezuela y Colombia (Hernandez, 2015).

En honduras, Vicuña (2015) realizó una serie de pruebas sensoriales con una población de madres gestantes y con hijos menores de 5 años, para darles a conocer una compota de mango con inclusión de quinua esto con la finalidad de aumentar la composición nutricional del producto y cumplir los requerimientos diarios de proteína para los infantes, los resultados arrojados no fueron tan favorables debido a que la compota sin adición de quinua logro un porcentaje más alto de aceptación, lo que recomienda la autora es realizar este mismo análisis en países como Perú, Bolivia o Ecuador por el hábito de consumo de este pseudocereal.

Antecedentes de estabilidad en conservas de frutas

Según los estudios realizados por Castellanos y Cifuentes (2006) en la universidad de la Salle se llevó a cabo un proyecto donde se establece de forma acelerada las modificaciones fisicoquímicas y organolépticas, que puede sufrir una mermelada desarrollada durante su almacenamiento, para así predecir su tiempo de duración. En dicho proyecto se tuvieron en cuenta cuatro temperaturas:

Temperatura 1: Refrigeración: 4°C aproximadamente.

Temperatura 2: Ambiente: 15°C aproximadamente.

Temperatura 3: 37°C

Temperatura 3: 47°C

Castellanos y Cifuentes realizaron un cronograma de observación de las muestras durante 4 semanas donde establecieron los días y el número de observaciones a realizar. En los días establecidos se realizó un análisis sensorial para cada tratamiento en las que se evaluó; color, sabor, nivel de dulce y ácido, consistencia, apariencia y presencia de sinéresis, adicionales a estos se hizo lectura de pH y °Brix. Finalmente concluyeron que las muestra 1 almacenada a temperatura de refrigeración y 3 almacenada a temperatura de 37°C, presentan los mismos °Brix, pero difieren considerablemente en su gel, puesto que el de la muestra 3 almacenada a una temperatura de 47°C era característico de este tipo de productos y el de la muestra 1 demasiado débil, en cuanto a la muestra 2 a pesar de tener un valor de °Brix más bajas su gel era muy rígido a pesar de que utilizó los mismos agentes gelificantes de la muestra 1.

En el estudio titulado “Evaluación de las propiedades que determina la vida útil de la pulpa de mora con inclusión de polen apícola” de acuerdo con la tendencia de alimentos funcionales desarrollar un producto que combine estas propiedades despierta un gran interés al consumidor. Sin embargo, un nuevo alimento en el mercado requiere determinar las mejores condiciones de almacenamiento que garanticen su seguridad y calidad al ser consumido. Por ello, este estudio tuvo como objetivo evaluar todas las propiedades que influyen en la determinación de la vida útil de una pulpa de mora con inclusión de polen apícola. Se trabajaron 3 condiciones de almacenamiento (temperatura de 30°C, 4°C, y -18°C) evaluando parámetros fisicoquímicos, funcionales, sensoriales y microbiológicos. Parámetros como pH y °Brix no tienen cambios significativos con el tiempo, mientras que aroma, color y compuestos funcionales muestran variación. Se recomienda temperaturas de conservación de 4°C y -18°C. Los autores concluyeron lo siguiente: el parámetro microbiológico no es el único factor que influye para establecer los parámetros de calidad de la pulpa, el pH y los °Brix no son características críticas a tener en cuenta para la determinación de la vida útil del producto (Castro & Camargo, 2019).

Análisis de vida útil

Se considera que la vida útil de un alimento representa aquel período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, con ello se quiere expresar el tiempo que tarda un alimento en alcanzar niveles considerados inaceptables para su consumo (Casusol, 2018).

El análisis de vida útil en un alimento durante su almacenamiento puede determinar la exposición de estos por la gran variedad de condiciones ambientales, factores como la

temperatura, la humedad, el oxígeno y la luz pueden desencadenar varios mecanismos de reacción que pueden conducir a la degradación del alimento. La vida útil de un alimento depende de cuatro factores principales que son: la formulación, procesado, empaque y condiciones del almacenamiento (Condori & Guerrero, 2019).

Los alimentos son sistemas fisicoquímicos y biológicamente activos, por lo tanto, la calidad de los alimentos es un estado dinámico que se mueve continuamente hacia niveles más bajos. Para cada alimento en particular, existe un periodo de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación. Este período se define como vida útil del alimento. La determinación de la vida útil se puede realizar mediante métodos directos o indirectos tales como: paneles sensoriales, métodos instrumentales, mediciones físicas, mediciones químicas y mediciones microbiológicas (Condori & Guerrero, 2019).

Métodos Indirectos

Los métodos indirectos intentan predecir la vida útil de un producto sin realizar ensayos de almacenamiento hasta el deterioro en tiempo real, es de gran ventaja para los productos con una vida útil prolongada. La técnica está basada en un método acelerado por incremento de temperatura, fundamenta la sucesión de reacciones químicas de los alimentos motivo de deterioro, como el enranciamiento. Este método tiene la ventaja de reducir el tiempo para determinar la vida útil del producto bajo estudio, analizando el límite crítico por medio de análisis instrumentales como parámetros físicos, químicos,

microbiológicos y sensoriales, por lo que es implementado comúnmente en la industria agroalimentaria debido a sus grandes ventajas (Pastor, 2017).

Pruebas aceleradas

Un estudio de vida útil empleando pruebas aceleradas consiste en someter el producto a condiciones extremas de almacenamiento, como temperatura, presiones parciales de oxígeno o altos contenidos de humedad, que aceleran las velocidades de deterioro en el alimento, resultando un periodo reducido en el periodo de estudio comparado con condiciones reales de almacenamiento. Esta metodología es de gran utilidad en la industria alimentaria por la reducción en el tiempo de estudio (Mendoza, 2017). Para el estudio de estabilidad en alimentos, se pueden utilizar uno de los tres métodos de muestreo que se mencionan a continuación:

Parcialmente escalonado: Se caracteriza por determinar un tiempo de estudio y la periodicidad de la evaluación de las muestras. El número de unidades estudiadas y los intervalos de tiempo en cada periodo deben ser iguales.

Escalonado: La característica general de este diseño es que tiene el número de unidades experimentales se incrementa en la fase de aceleración, este incremento es constante para cada periodo.

Completamente escalonado: La frecuencia de la evaluación es acelerada en la última parte del periodo, en conjunto con el incremento de la frecuencia de las unidades que fallan.

Reacciones cinéticas en alimentos para la predicción de la pérdida de calidad

Orden de reacción

La cinética de los alimentos de deterioro se puede expresar matemáticamente por medio de ecuaciones de relación. Aplicando principios fundamentales de la cinética química, los cambios en la calidad de los alimentos pueden, en general, expresarse como una función de la composición de estos y de los factores ambientales:

Ecuación 1:
$$\frac{\partial Q}{\partial t} = F(C_i, E_j)$$

Dónde:

C_i , son factores de composición, tales como composición de algunos compuestos de reacción, enzima, pH, actividad de agua, así como población microbiana.

E_j , son factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, presión total y parcial de diferentes gases, luz, etc.

Se considera que una de las metodologías más comunes, consiste en acelerar el deterioro del producto a través del almacenamiento, expuesto a altas temperaturas, es necesario seleccionar una condición de abuso, evaluando cierto número de veces durante un período de tiempo específico, utilizando métodos sensoriales, complementados con análisis

físico químicas, luego extrapolar los resultados, con aplicación de diferentes modelos basados en la cinética de reacción de deterioro, considerando ecuaciones que relaciona la velocidad de degradación.

Se puede aplicar las siguientes ecuaciones como se presenta en la tabla 5:

Tabla 5. Ecuaciones en el estudio de la vida útil de los alimentos según la reacción

<i>Orden de reacción</i>	<i>Ecuación A</i>	<i>Ecuación B</i>
0	$A_0 - A = Kt$	$B - B_0 = Kt$
1	$\ln(A_0/A) = kt$	$\ln(B/B_0) = kt$
$n > 1$	$1/A^{n-1} - 1/A_0^{n-1} = (n-1)kt$	$1/B_0^{n-1} - 1/B^{n-1} = (n-1)kt$

Fuente: (Chapoñan & Medina, 2014)

Donde A es un factor de calidad que se pierde y B es un factor indeseable que se incrementa con el tiempo. K es la constante de reacción, n es el orden de la reacción.

Para determinar el orden de reacción se gráfica el comportamiento del factor y se utiliza el coeficiente de regresión lineal R² para ajustarlo a la curva, la mayoría de las reacciones se ajustan a ecuaciones de orden cero o primer orden (exponencial).

Determinación de las constantes de velocidad de reacción según modelo de Arrhenius

La determinación de la constante se realiza a partir de la regresión realizada para determinar el orden de reacción. El factor más importante en el seguimiento de la vida útil

es la temperatura, la mayoría de las reacciones se aceleran con la temperatura. El modelo de Arrhenius requiere una puntuación de calidad crítica, utilizando el factor de disminución de calidad (Herawati, Nurhayati, & Angwar, 2017).

Metodología

Materia prima.

Se trabajó con quinua cultivada en Cundinamarca, mora de castilla, zanahoria y panela comercializada en supermercados del mismo departamento.

Objetivo 1.

Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la salsa de frutas de acuerdo con la normatividad vigente.

Actividades

Estandarizar el proceso de elaboración de la salsa de fruta con inclusión de quinua

Para la estandarización de este producto se consideraron los límites establecidos para la NTC 5583, al evaluar parámetros fisicoquímicos como °Brix y pH, fue necesario valorar diferentes concentraciones, considerando la formulación inicial de la empresa

transformadora, se diseñó el diagrama de flujo del proceso con las respectivas variables y se establecieron los parámetros críticos (Flórez, Vinchira, & Acosta, 2018).

Determinación de las propiedades fisicoquímicas

Considerando la normatividad colombiana para salsas de frutas NTC 5583, se caracterizó fisicoquímicamente la formulación seleccionada, los parámetros evaluados se presentan a continuación en la tabla 6 con su respectivo método.

Tabla 6. Metodología para las propiedades fisicoquímicas de la salsa de fruta

<i>Propiedades fisicoquímicas</i>	<i>Método</i>	<i>Referencia</i>
pH	NTC 440	ICONTEC, 1971
*Acidez (%)	AOAC 10041	AOAC, 1984
Sólidos solubles (°Brix)	AOAC 22,024	--
Sinéresis (%)	Centrifugación	Downey, 2003
Color	Colorímetro	Resolución 2155, 2012
Actividad agua (aW)	AOAC 978.19	AOAC 978.18, 2005
Viscosidad (cP)	Viscosímetro	Macedo et al., 2015

*Acidez expresada en porcentaje de ácido málico.

Fuente: autoría propia

Características en la propiedad de color

El color es una característica fundamental que influye en la decisión de compra en cualquier alimento, esta cualidad es de gran importancia siendo un indicador clave en la calidad de los productos (Vargas, 2015).

En la tabla 7 se reflejan los parámetros a evaluar en la variable de color.

Tabla 7. Parámetros de color

<i>Parámetros</i>	<i>Definición</i>	<i>Rango o escala</i>
--------------------------	--------------------------	------------------------------

L	El eje L es el de luminosidad (lightness)	100 (Blanco); 0 (Negro) 0-50 Oscuro; 51-100 Iluminado.
a	Es el eje que representa la variación entre rojizo-verdoso.	Valor positivo = rojo Valor negativo = verde
b	Es el eje que representa la variación entre amarillizo-azulado	Valor positivo = amarillo Valor negativo = azul
Cromo (C*)		Viveza
Tono (h*)	Es la saturación o intensidad de un color particular. Mo blanco, gris o negro.	palidez
Cambio total de color (ΔE)	Estado puro del color, sin el blanco o negro. Un objeto se juzga a ser de color rojo, amarillo, verde o morado. El valor h* es el ángulo del tono. Tamaño de la diferencia que existe entre dos colores.	0° 360°

Fuente: Vargas, (2015)

Determinación de las propiedades microbiológicas

Considerando la normatividad colombiana para salsas de frutas NTC 5583, se

caracterizó microbiológicamente la salsa de frutas con inclusión de quinua y se presenta en la tabla 8.

Tabla 8. Metodología empleada para las propiedades microbiológicas de la salsa de fruta

<i>Propiedades microbiológicas</i>	<i>Método</i>	<i>Referencia</i>
Mohos y levaduras (UFC/g)	NTC 4132	ICONTEC, 1997
Recuento de esporas <i>Clostridium sulfito reductoras</i> (UFC/g)	NTC 4834	ICONTEC, 2000
	NTC 4458	ICONTEC, 2007
Recuento de <i>Escherichia coli</i> , (UFC/g)	NTC 4574	ICONTEC, 2007
Detección de <i>Salmonella</i> (spp/25 g)		

Fuente: autoría propia

Evaluación sensorial de la salsa de fruta con inclusión de quinua

Para evaluar la aceptación sensorial de la salsa de frutas con inclusión de quinua se empleó una prueba de aceptación en función a la escala hedónica estructurada de ocho puntos donde el puntaje 8 es me gusta muchísimo y el 1 es me disgusta mucho, ante los siguientes atributos: olor, textura, color y sabor, el análisis sensorial se realizó con estudiantes no entrenados de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y consumidores de 10 a 60 años, conformando un panel de 70 personas de ambos sexos (Barandiarán, Jáuregui, & Obregón, 2013; Quijano & Beltán, 2019).

Objetivo 2.

Establecer la estabilidad de la salsa de fruta mediante las características fisicoquímicas durante su almacenamiento

Actividades**Estabilidad de la salsa de fruta mediante la determinación de la vida útil en pruebas aceleradas**

Para la estimación de la vida útil del producto se trabajaron pruebas aceleradas con un muestreo parcialmente escalonado, estableciendo un tiempo de estudio y periodicidad en la evaluación de las muestras. El número de unidades estudiadas y los intervalos de tiempo en cada período fueron iguales (Giraldo Gómez, 1999). Se almacenaron las muestras a tres temperaturas: 20, 37, 47 °C durante 21 días. Cada 7 días se evaluaron los análisis fisicoquímicos presentados en la tabla 9.

Tabla 9. Propiedades fisicoquímicas de la salsa de fruta

<i>Propiedades fisicoquímicas</i>	<i>Método</i>	<i>Referencia</i>
-----------------------------------	---------------	-------------------

pH	NTC 440	ICONTEC, 1971
*Acidez (%)	AOAC 10041	AOAC, 1984
Sólidos solubles (°Brix)	AOAC 22,024	--
Sinéresis (%)	Centrifugación	Downey, 2003
Color (L*)	Colorímetro	Resolución 2155,
Actividad agua (aW)	AOAC 978.19	2012
Viscosidad (cP)	Viscosímetro	AOAC, 2005
		Macedo et al., 2015

*La acidez se expresa como porcentaje en ácido málico

Fuente: autoría propia

Selección de descriptor crítico

En la determinación del índice o límite crítico de calidad para el producto se puede obtener mediante análisis experimentales, se expone la muestra a distintas temperaturas y se considera que las muestras que presentan mayor temperatura se suelen deteriorar de forma pronunciada y este valor puede ser el límite crítico (Pastor, J. 2017).

Determinación de orden de reacción

La ecuación general de cinética de reacción se expresa:

Ecuación 2:

$$\frac{dA}{dt} = -kA^n$$

Donde:

A = Factor físico, químico, microbiológico o sensorial de calidad.

k = constante que representa la rata de variación del factor A.

n = orden de la reacción

t = tiempo

Orden de reacción 0

Integrando la ecuación 2 se obtiene:

Ecuación 3:
$$A_e = A_0 - kt$$

Donde:

A_e = Valor de A al final de la vida media

A_0 = Valor inicial de A

t = Vida media, en días, meses o años

k = Constante de velocidad de la reacción

Las reacciones típicas de orden cero incluyen: pardeamiento no enzimático, oxidación de lípidos y degradación enzimática (Giraldo Gómez, 1999).

Orden de reacción 1

Integrando la ecuación 2 se obtiene:

Ecuación 4:
$$\ln A_e = \ln(A_0) - kt$$

Donde:

A_0 = Valor inicial de A

A_e = Valor de A al final de la vida de anaquel

La ecuación 4 corresponde a una línea recta de pendiente k, e intercepto ($\ln(A_0)$).

La mayoría de las reacciones estudiadas en los alimentos, se han caracterizado por ser de orden cero o de primer orden (Chapoñan, 2014).

Determinación de las constantes de velocidad de reacción

Mediante regresión se realiza la determinación de los órdenes de reacción para cada factor de calidad. Resaltando que la influencia de la temperatura con la velocidad de reacción sigue el modelo de Arrhenius.

La ecuación del modelo es:

Ecuación 5:
$$K = K_0 e^{\frac{E_a}{RT}}$$

Ecuación 6: $y = b + mx$ $\ln K = \ln (K_0) - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T}\right)$

Donde:

K_0 = Constante pre- exponencial

E_a = Energía de activación en cal/mol

R = Constante de los gases en cal/mol. °K

T = Temperatura en °K (°C+273)

Mediante este modelo matemático, se puede estimar la vida útil del producto para diferentes temperaturas de almacenamiento.

Estimación vida útil

Para la estimación de la vida útil del producto se determinó el valor de la constante (k) para cada temperatura de almacenamiento, reemplazando en la ecuación de Arrhenius el valor de respectivo.

Resaltando que el valor obtenido de K, fue reemplazado en la ecuación de la velocidad de reacción, considerando el orden de reacción que más se ajuste a los valores del factor de calidad fisicoquímico; mediante los valores experimentales iniciales de los parámetros fisicoquímicos (K_0) y el factor o valor límite de calidad (K), para obtener el tiempo en que fue estable el producto.

Análisis estadístico

Se empleó un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Los resultados se estudiaron mediante análisis de varianzas ANOVA entre los diferentes tratamientos con un nivel de confianza del 95%, aplicando el paquete estadístico STATGRAPHICS XVII, 2015.

Transferencia tecnológica a transformadores de quinua

Se realizará transferencia tecnológica para la empresa Quality Q, con el fin de divulgar resultados de los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y de la estabilidad a través del tiempo mediante la estimación de la vida útil del producto.

Resultados y Discusión

Estandarización de proceso

El desarrollo de la salsa de frutas con inclusión de quinua se realizó en la planta piloto de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Se realizaron varios ensayos teniendo en cuenta la información suministrada por parte de la empresa transformadora Quality Q y la normatividad vigente, con el fin de lograr la estandarización de la formulación y cumplimiento de la NTC 5583, en la tabla 10 se evidencia el porcentaje de materia prima empleada para las tres formulaciones propuestas.

Tabla 10. Formulación porcentual salsa de frutas con inclusión de quinua

<i>Materia prima</i>	Formulación 1 (%)	Formulación 2 (%)	Formulación 3 (%)
Mora	36	21	41.5
Zanahoria	15	7	8.3
Panela	12	4	8.3
Quinua	5	8	8.3
Agua	31.81	60	33.4
Ácido cítrico	0.09	--	0.2
Pectina	0.10	--	--

Fuente: Autoría propia

Los valores finales obtenidos para °Brix y pH en cada una de las formulaciones se evidencia en la tabla 11 donde se determina que la formulación número 1 cumple con la regulación vigente, supero los 25.0 °Brix y se mantuvo por debajo de 4.0 el valor de pH exigidos en la NTC 5583. Se evidenció que la pectina favoreció el incremento de los sólidos solubles en la salsa y permite mejorar la textura sensorial del producto (Ampuero, 2016).

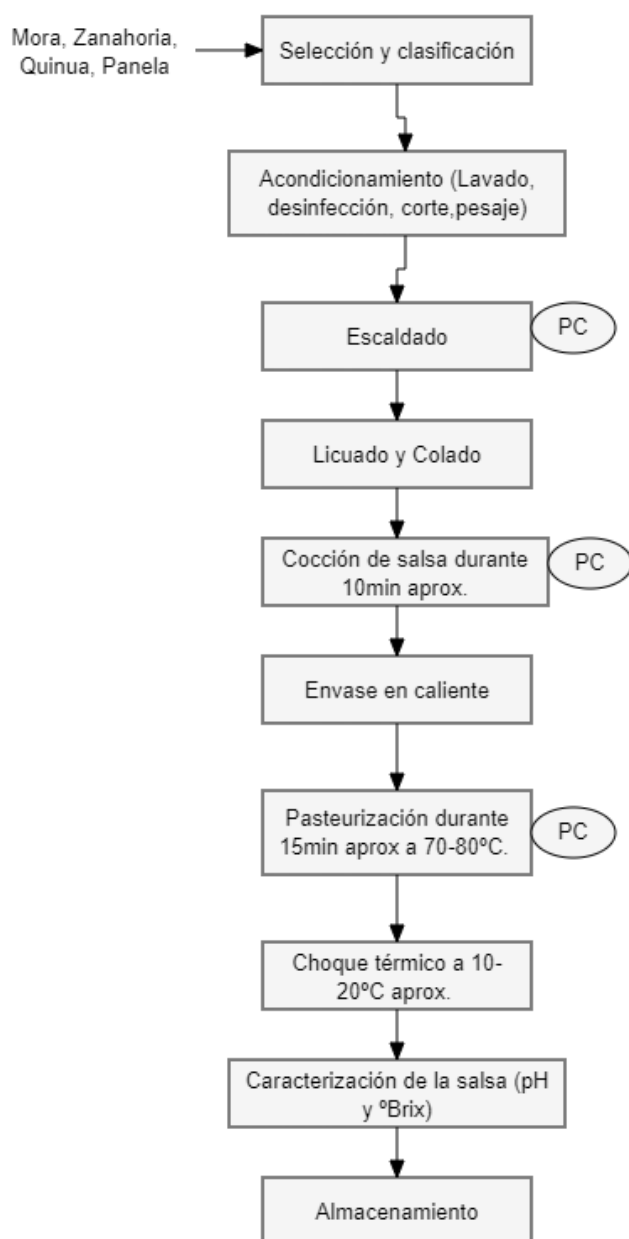
Tabla 11. Evaluación de las características fisicoquímicas en la formulación según regulación

<i>Variable</i>	<i>F1</i>	<i>F2</i>	<i>F3</i>	<i>Regulación</i>
°Brix	25.9	17.6	21.7	>25.0
pH	3.98	3.88	3.96	<4.0

Fuente: Autoría propia

Descripción del proceso

La estandarización en el proceso de producción de la salsa de frutas con inclusión de quinua se llevó a cabo en la planta piloto de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, en la figura 3 se observa el diagrama de flujo donde se describe el paso a paso del proceso de elaboración de la salsa y se presentan los puntos críticos del proceso.



Fuente: Autoría propia

Figura 3. Diagrama de flujo del procedimiento de elaboración de la salsa

En la figura 3 se evidencia algunos puntos críticos del proceso como el escaldado, una operación unitaria que permite resaltar el color natural de la fruta, inhibe las reacciones

enzimáticas indeseables y prepara el producto para su próxima etapa (Huampa, 2016), la cocción es otro punto que se debe controlar debido a que en esta etapa se logra la consistencia deseada en el producto, la pasteurización se debe controlar debido a su importancia para prologar la vida útil del producto y disminuir la probabilidad de crecimiento en microorganismos patógenos (Iriarte, 2019). Por último, se observa que la caracterización de la salsa es requerida para evaluar el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos del producto según la NTC 5583.

Caracterización de la salsa de fruta con inclusión de quinua

Propiedades fisicoquímicas

Según la regulación expuesta en la NTC 5583 una salsa de frutas debe cumplir con los requisitos de pH y °Brix para ser aceptada, las demás características fisicoquímicas permiten analizar el producto según las exigencias del consumidor, en la tabla 12 se presenta la caracterización fisicoquímica.

Tabla 12. Caracterización fisicoquímica de la salsa de fruta con inclusión de quinua

<i>Propiedades fisicoquímicas</i>	Salsa	Regulación
--	--------------	-------------------

pH	3.98±0.010	Max 4.0
*Acidez (%)	1.13±0.053	--
Sólidos solubles (°Brix)	25.93±0.850	Min 25.0
Sinéresis (%)	20.59±0.788	--
Color (L*)	37.86±1.258	--
Actividad agua (aW)	0.88±0.003	--

*Acidez expresada en porcentaje de ácido málico

Fuente: autoría propia

En la tabla 12 se evidencia cumplimiento de pH 3.98 ± 0.01 y °Brix 25.93 ± 0.85 , respecto a los demás parámetros fisicoquímicos son apropiados, logrando evitar con un valor de 20.59 ± 0.78 la separación de fases denominada sinéresis, que representa la cantidad de agua que se separa de la salsa (Ampuero, 2016), en cuanto a la acidez los valores de 1.13 ± 0.053 son consecuentes con los resultados expresados por Llanos, (2017) que obtuvo un valor de 1.48% de acidez en la elaboración de una salsa a partir de rocoto y quinua, también afirmó que el porcentaje de acidez puede variar a causa de los ingredientes añadidos a la formulación.

Respecto a la viscosidad es una propiedad de un fluido que describe la medida de resistencia a fuerzas cizallantes dentro del fluido, esta propiedad es proporcional a la concentración del insumo principal y es considerada uno de los principales parámetros

reológicos que mide la resistencia del fluido (Llanos, 2017). En la tabla 13 se presenta la viscosidad de la salsa de frutas a diferentes revoluciones por minuto (RPM).

Tabla 13. Viscosidad salsa de frutas con inclusión de quinua

<i>RPM</i>	<i>Viscosidad (cP.)</i>	<i>Torque (%)</i>
30	6963±15.27	55.1
50	4963±191.11	66.4

Fuente: Autoría propia

Respecto a la viscosidad se refleja un valor de 6963 cP±15.27 a 30 RPM, y 4963 cP ±191.1 a 50RPM respectivamente, estos resultados son consecuentes con los valores expresados por Minaya, (2016) al evaluar la viscosidad de una salsa de tarwi, leguminosa destacada por su alto contenido de proteínas, logrando 6523cP a 30RPM, explica además que la viscosidad aparente en los sistemas alimentarios depende de varios factores como el método, modelo de equipo, marca de equipo, temperatura ambiental, el tiempo y la estandarización del proceso productivo, cabe resaltar que las lecturas de las viscosidades son válidas con un porcentaje de torque comprendidas entre 10% hasta 75%.

Con respecto a los valores de viscosidad aparente en la salsa de frutas, Llanos, (2017) expresa que el comportamiento de viscosidad en una salsa elaborada a partir de rocoto y quinua tiene que ver con el incremento de quinua en el producto, además logro determinar que la viscosidad se disminuye al incrementar el porcentaje de rocoto y quinua y aumenta incrementando únicamente el porcentaje de quinua.

Propiedades microbiológicas

Los análisis microbiológicos permiten verificar el cumplimiento de las BPM (buenas prácticas de manufactura) en los procesos de producción, como se evidencia en la tabla 14 los análisis que se llevaron a cabo se encuentran dentro de los parámetros admisibles de inocuidad según normatividad vigente.

Tabla 14. Resultados propiedades microbiológicas

<i>Análisis microbiológico</i>	<i>Salsa de Frutas</i>	<i>NTC 5583</i>
Recuento de Mohos (UFC/g)	<10	30-300
Recuento de Levaduras (UFC/g)	< 10	30-300
Recuento de esporas <i>Clostridium sulfito reductoras</i> (UFC/g)	< 10	< 10
Recuento de <i>Escherichia coli</i> , (UFC/g)	< 10	< 10
Detección de <i>Salmonella</i> (spp/25 g)	Ausente	Ausente

Fuente: Autoría propia

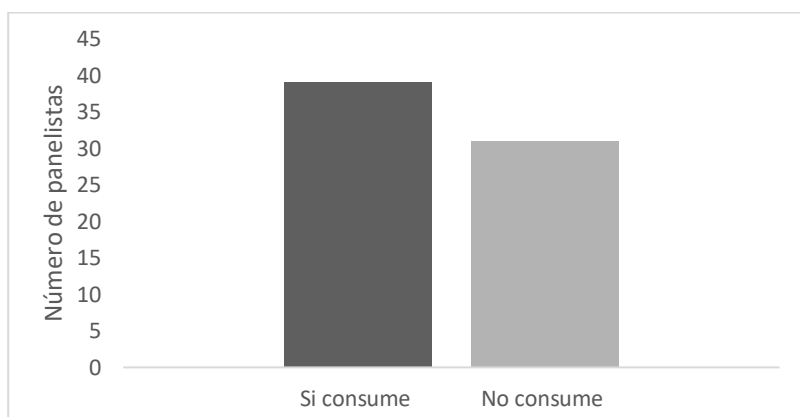
El tratamiento térmico realizado en la elaboración de la salsa de frutas con inclusión de quinua, es un método eficaz para prolongar la vida útil de un alimento, la salsa de frutas se sometió a un incremento de temperatura entre 70 a 80°C (Lobo, 2017), por un periodo de 15 minutos, debido a la implementación de este tratamiento no se realizaron recuento de microorganismos indicadores de *Mesófilos aerobios* y *Coliformes Totales*, al ser la

pasterización un excelente procedimiento para disminuir esta carga microbiana (Castro & Camargo, 2019).

Caracterización sensorial

En el análisis sensorial se empleó a posibles consumidores de la salsa de frutas, quienes a su vez participaron en una encuesta previa donde se evaluó la aceptación del producto.

En la figura 4 se puede evidenciar que un 56% de las personas encuestadas consume actualmente salsa de frutas, indicando un porcentaje favorable sobre los posibles consumidores de la salsa de frutas con inclusión de quinua.

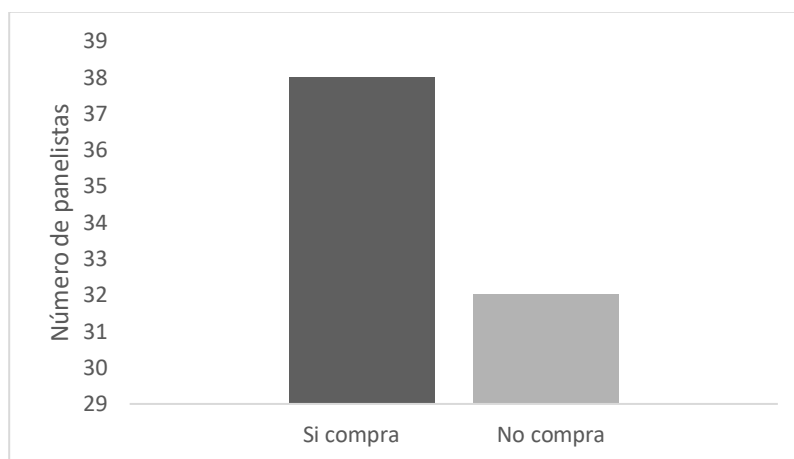


Fuente: Autoría propia

Figura 4. Resultados encuesta previa – Consume actualmente salsa de frutas.

En la figura 5 encontramos que la población encuestada que compra actualmente salsa de frutas es de un 54%, logrando determinar que más de la mitad de la población

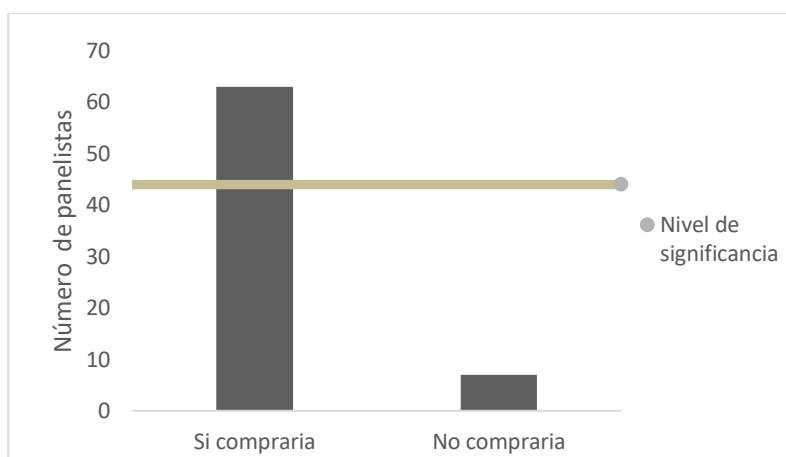
analizada es apta para considerarla como posible comprador de la salsa de frutas con inclusión de quinua, debido a que incluye las mismas regularmente en su dieta.



Fuente: Autoría propia

Figura 5. Resultados encuesta previa – Compra actualmente salsa de frutas con inclusión de quinua

Se puede evidenciar en la figura 6 una excelente aceptación de los consumidores encuestados al arrojar que 63 personas comprarían el producto, esto puede significar un impacto favorable en la comercialización de la salsa de frutas, impulsando un reconocimiento a los productos autóctonos artesanales en Cundinamarca.



Fuente: Autoría propia

Figura 6. Resultados encuesta previa – Compraría la salsa de frutas con inclusiones de quinua

El nivel de significancia se obtuvo mediante la tabla estadística de niveles de probabilidad, a 2 colas, probabilidad 0.05%.

En la figura 6, se evidenció que en la población encuestada de 70 jueces afectivos, el valor crítico de aceptación en un producto es de 44 resultados favorables con un nivel de probabilidad del 0.05% de confianza (Espinosa, 2007), indicando que la salsa de frutas con inclusión de quinua fue aceptada al sobrepasar con 63 resultados favorables el valor crítico de aceptación según los niveles de significancia de la población encuestada.

En la tabla 15 se presenta los resultados sensoriales de la prueba hedónica realizada a consumidores.

Tabla 15. Resultados sensoriales de la prueba hedónica a consumidores

<i>Indicador</i>	<i>Sabor</i>	<i>Color</i>	<i>Olor</i>	<i>Aroma</i>	<i>Consistencia</i>
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Me gusta muchísimo	21.43	20	7.14	11.43	20
Me gusta mucho	31.43	35.71	37.14	40	40
Me gusta moderadamente	31.43	35.71	27.14	15.71	24.29
Me gusta un poco	12.86	5.71	17.14	11.43	11.43
Me es indiferente	1.43	1.43	4.29	11.43	2.86
Me disgusta un poco	1.43	1.43	7.14	10	1.43
Me disgusta moderadamente	0	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0

Fuente: Autoría propia

Respecto a los resultados obtenidos con la prueba hedónica de aceptación, se logró determinar que los porcentajes más altos se encontraron en los indicadores me gusta muchísimo y me gusta mucho, además, se destaca dentro de los atributos evaluados un porcentaje mayor al 50% en sabor y color, debido al proceso de escaldado que ayuda a fijar el color de la fruta, ya que atrapa pigmentos en los tejidos (Castro & Camargo, 2019), en los atributos de olor, aroma y consistencia se destacan al lograr un mayor porcentaje en el indicador de me gusta moderadamente, la salsa de frutas con inclusión de quinua al ser un producto innovador en ocasiones puede generar entre los panelistas un gusto moderado por

el producto, debido a sus hábitos y costumbres alimenticias, dichos cambios en el análisis sensorial concuerdan con los resultados obtenidos por (Vicuña, 2015) quien elaboro una compota a base de frutas y quinua como alimento complementario para infantes, e identificó una menor aceptación en las muestras con un mayor contenido de quinua.

Estabilidad de la salsa mediante la determinación de la vida útil en pruebas aceleradas

La determinación de la estabilidad del producto se realizó mediante un muestreo parcialmente escalonado a diferentes parámetros fisicoquímicos que fueron analizados a través del tiempo y a diferentes temperaturas como se presenta a continuación:

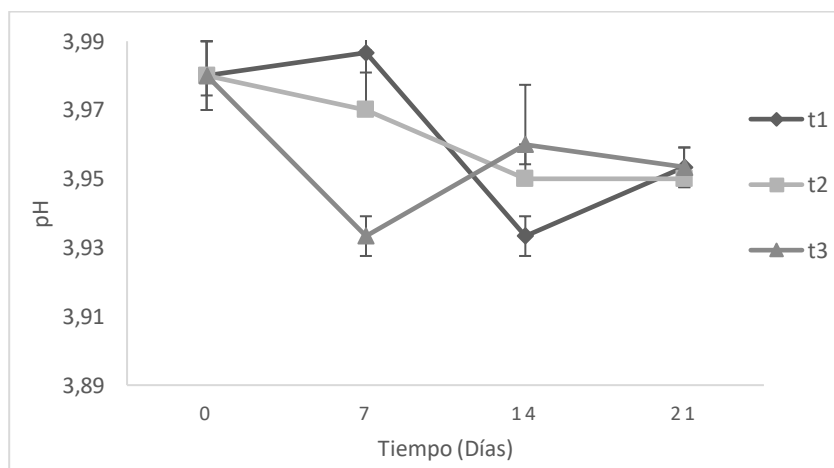
Propiedades fisicoquímicas de la salsa a través del tiempo

Las características fisicoquímicas que se analizaron para el estudio de vida útil, fueron: pH, aW, °Brix, acidez titulable, Sinéresis, y Color, la medición de estas propiedades en la salsa de frutas permite identificar el deterioro del alimento o pérdida de calidad a través del tiempo (Castro & Camargo, 2019). Los siguientes análisis se tomaron cada 7 días a lo largo de 21 días en total, sometiendo la salsa de frutas a tres temperaturas diferentes con el fin de determinar su vida útil mediante pruebas aceleradas.

pH

En la Figura 7, se puede evidenciar el comportamiento del pH a diferentes temperaturas durante su almacenamiento, para una temperatura de 20°C y 37°C, se observó una reducción paulatina, mientras que la muestra almacenada a 47°C, presentó mayor descenso a los 7 días de almacenamiento, en la última medición las salsas sometidas a diferentes temperaturas obtuvieron un valor similar. Sin embargo, los resultados de pH presentan diferencia significativa con respecto al tiempo ($p < 0.05$).

Según NTC 440 el valor máximo es de 4.0 para pH en salsas, se evidenció cumplimiento de la norma debido al valor promedio obtenido 3.95 ± 0.005 .



*t1, temperatura 20°C. t2, temperatura 37°C. t3, temperatura 47°C

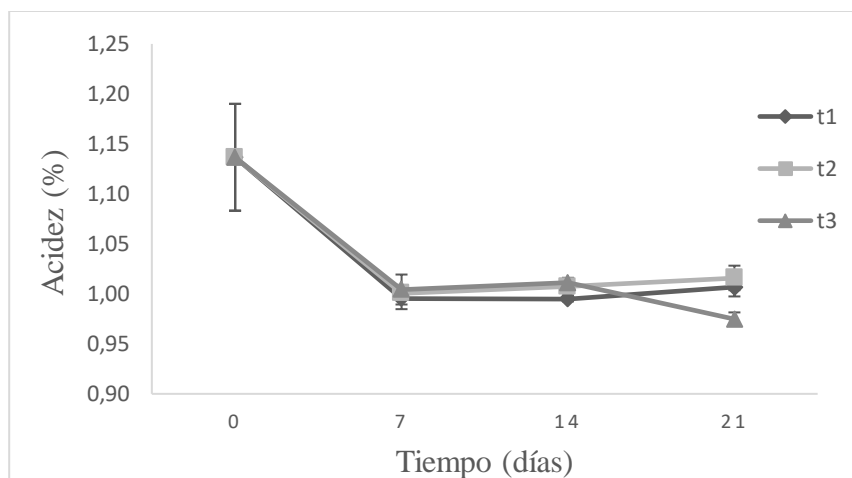
Fuente: Autoría propia

Figura 7. Comportamiento de pH a diferentes temperaturas de almacenamiento

El valor de pH es consecuente con gran parte de autores que investigan en salsas y productos procesados a base de frutas: mango (3.6-3.8), piña (3.6-3.8), manzana (3.3) (Figuerola, 2015), según Pilamala et al., (2018) no se evidenció diferencia significativa en los valores de pH al someter las muestras a diferentes tratamientos de temperatura, encontrándose en un rango de 3.23 y 3.54, manteniendo los rangos permitidos en la Norma, a diferencia de este autor se determinó en la salsa de frutas con inclusión de quinua una diferencia significativa entre las muestras a diferentes temperaturas. La variación en el pH puede hacer que los ingredientes salgan de la solución ocasionando sinéresis en la salsa, alterando la estructura de las proteínas y, como resultado se obtenga una desestabilización de la mezcla (Kilcast & Subramaniam, 2000).

Acidez

El comportamiento de acidez es indirectamente proporcional al del pH se puede evidenciar en la figura 7 y figura 8. Por otro lado, en la figura 8, se presenta el porcentaje de acidez para las muestras analizadas a diferentes temperaturas y tiempo de almacenamiento, diferencia en el comportamiento de la muestra almacenada a 47°C que tuvo una leve variación, estos cambios pueden evitar el crecimiento de microorganismos que alteran el producto (Castro & Camargo, 2019).



*t1, temperatura 20°C. t2, temperatura 37°C. t3, temperatura 47°C.

Fuente: Autoría propia

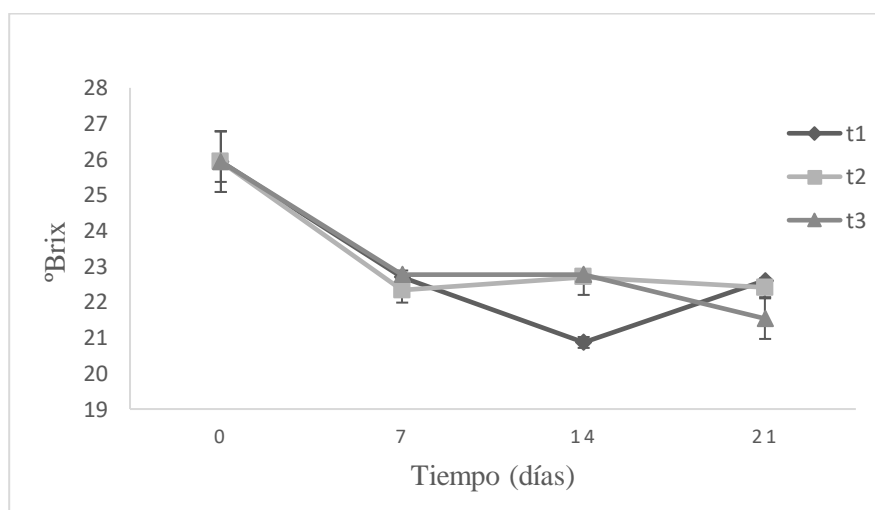
Figura 8. Comportamiento de porcentaje de ácido málico a diferentes temperaturas de almacenamiento

La acidez disminuye en las muestras desde $1.14 \pm 0.05\%$ hasta $0.97 \pm 0.006\%$ a diferentes temperaturas en un lapso de 21 días, además, se evidencia una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre las muestras debido al tiempo de almacenamiento, siendo estos valores muy próximos a los resultados de Pilamala et al., (2018) quienes reportan un resultado en un rango de 1.05 y 0.64 a diferentes tratamientos de temperatura en la elaboración de una compota de manzana con inclusión de camote y oca.

Sólidos Solubles

En la Figura 9, se logra evidenciar la reducción de sólidos solubles a diferentes temperaturas durante su almacenamiento, se observó un comportamiento similar, a excepción de t1 que al día 14 tuvo un descenso parcial, además, se determinó una diferencia estadísticamente significativa en los datos de °Brix debido al tiempo de almacenamiento ($p < 0.05$).

Según NTC 440 el criterio de aceptación de una salsa en el requisito de °Brix debe ser mínimo de 25.0, en este caso según dicho criterio la salsa de frutas con inclusión de quinua desde el día 7 está fuera del rango permitido (Vicuña, 2015).



*t1, temperatura 20°C. t2, temperatura 37°C. t3, temperatura 47°C.

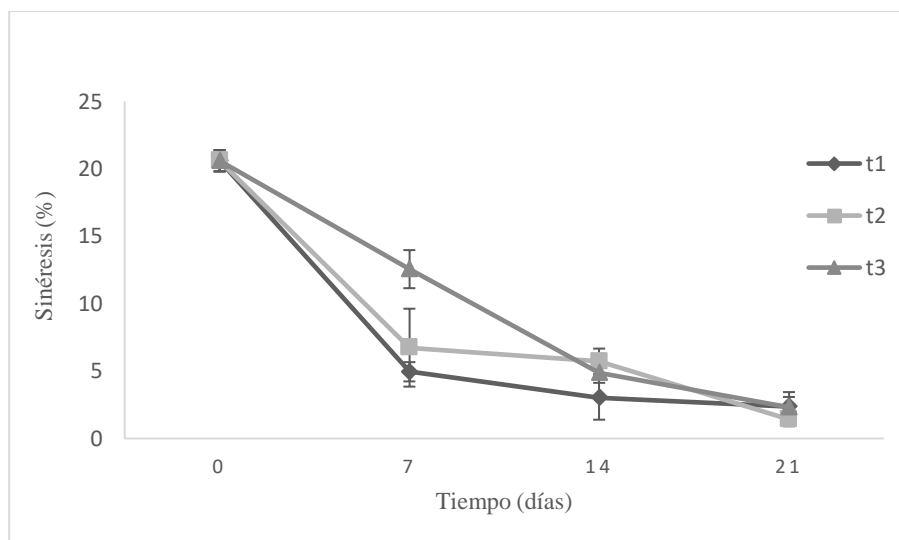
Fuente: Autoría propia

Figura 9. Comportamiento de °Brix a diferentes temperaturas de almacenamiento

Los valores reportados por Camacho et al., (2018) en la elaboración de una salsa de aderezo a base de mango, son de aproximadamente 30 y 40°Brix lo que significa una notoria diferencia al compararla con la salsa de frutas con inclusión de quinua la cual obtuvo un valor de 25.93 ± 0.850 , esta diferencia puede depender por el grado de azúcar presente en la fruta y en la formulación, por consiguiente, entre mayor sea el grado de madurez mayor serán los grados Brix.

Sinéresis

El porcentaje de sinéresis de la salsa de frutas con inclusión de quinua se ve reflejada en la figura 10, la liberación de agua es generada principalmente por la retrogradación del almidón presente en el producto, y suele ser un aspecto negativo en cuanto a la calidad de las salsas y aceptación sensorial del consumidor (Zárate, 2019), también se determinó una diferencia significativa en los datos de sinéresis debido a la temperatura ($p < 0.05$).



*t1, temperatura 20°C. t2, temperatura 37°C. t3, temperatura 47°C.

Fuente: Autoría propia

Figura 10. Comportamiento de sinéresis (%) a diferentes temperaturas de almacenamiento

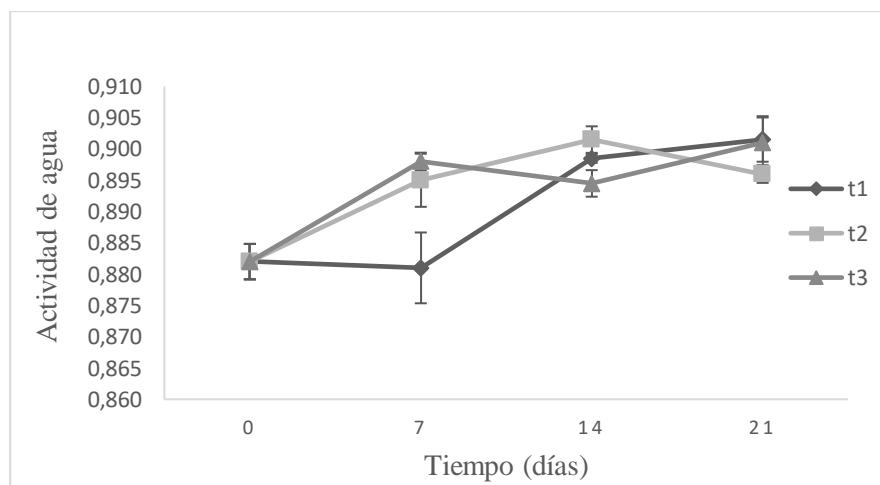
En los valores de sinéresis que se obtuvieron durante el almacenamiento a diferentes temperaturas de la salsa de frutas con inclusión de quinua se evidencia similitud con los valores reportados por Murrugarra, (2018) quienes obtuvieron 1.1% de sinéresis utilizando goma xantana en un relleno de arándano, a diferencia de un 24,74% de sinéresis obtenido sin ningún tipo de estabilizante, los autores argumentan que el factor influyente en el aumento de sinéresis es el desarrollo de una alta acidez, sobre todo a temperaturas relativamente altas, al igual que la agitación del producto (Ampuero, 2016).

El comportamiento reflejado en la figura 10, se podría deber a la presencia de almidón, uno de los componentes de la quinua, que tiene excelentes antecedentes de

estabilidad en los cambios de temperatura, índice de absorción de agua, temperatura de gelatinización, viscosidad y sinéresis (Zárate, 2019).

Actividad de agua

En la Figura 11 se evidencia el aumento paulatino de la actividad de agua que sufre la salsa de frutas, en este indicador se refleja claramente la alteración que sufre el producto debido al contenido de agua que ejerce una fuerte influencia en la velocidad de degradación de la salsa, produciendo cambios significativos en el producto luego de los 21 días de almacenamiento a diferentes temperaturas, además, se determinó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) de los datos evaluados debido al tiempo y la temperatura de almacenamiento.



*t1, temperatura 20°C. t2, temperatura 37°C. t3, temperatura 47°C.

Fuente: Autoría propia

Figura 11. Comportamiento de aW a diferentes temperaturas de almacenamiento

Referente a la actividad de agua en diversos estudios identifican que el aumento de esta variable influye en el pardeamiento y por ende en el cambio de color (Vargas, 2015), por otro lado, la inhibición microbiana específicamente mohos puede generarse con aW menores a 0.65, las bacterias pueden crecer a una aW superior a 0.90, a excepción de *Staphylococcus aureus* que lo hace a 0.86, en este caso los valores obtenidos posiblemente se deben a que la quinua tiene entre 58 y 68% de almidón (Vicuña, 2015). Por otro lado, la fruta que se emplea en el desarrollo de la salsa tiene gran influencia en la actividad de agua, por ejemplo, el mango tiene una aW de 0.99, la manzana de 0.97 y la mora de 0.98, influyendo de una manera considerable (Vicuña, 2015).

La variable de Actividad de agua (aW), es un indicador que refleja de mejor manera la alterabilidad de los alimentos, incluso mayor que el contenido de agua, aunque, no es del todo perfecto puesto que existen otros factores como la concentración de oxígeno, pH, y movilidad del agua que pueden en algunos casos ejercer gran influencia en la velocidad de degradación (Flores, 2019).

Color

El color fue medido instrumentalmente en los días 0, 7, 14 y 21, las coordenadas evaluadas se exhiben en las tablas 16, 17 y 18 diferenciando la temperatura de almacenamiento a la que fueron sometidas.

Tabla 16. Resultados variable color temperatura de almacenamiento 20°C

<i>Tiempo (Día)</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
0	40,47±2.32	5,54±4.17
7	35,79±2.39	7,76±3.37
14	33,11±2.99	13,40±8.54
21	18,76±1.77	15,11±2.00

Fuente: Autoría propia

Tabla 17. Resultados variable color temperatura de almacenamiento 37°C

<i>Tiempo (Día)</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
0	40,47±2.32	5,54±4.17
7	39,59±2.36	11,96±1.85
14	29,89±1.51	5,12±3.60
21	30,75±0.27	12,11±1.52

Fuente: Autoría propia

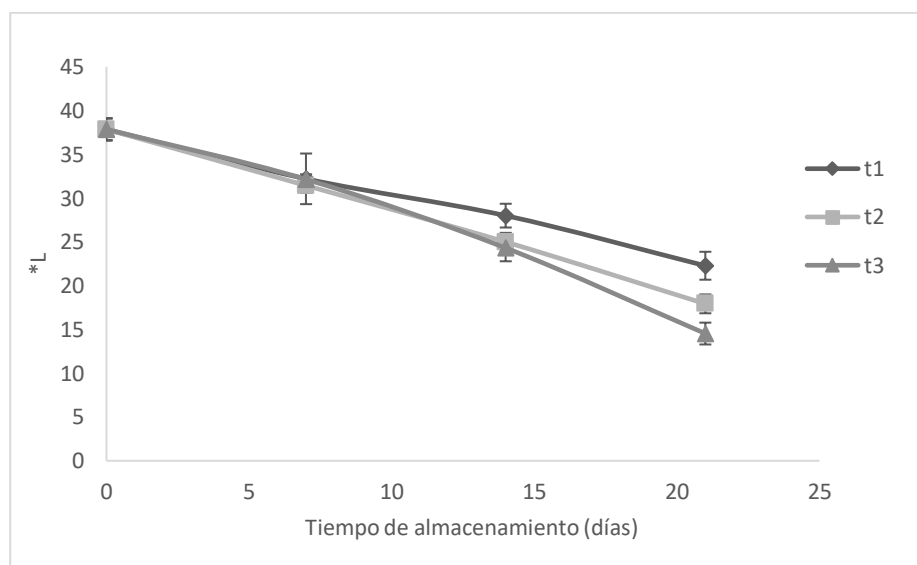
Tabla 18. Resultados variable color temperatura de almacenamiento 47°C

<i>Tiempo (Día)</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
---------------------	-----------	-----------

0	40,47±2.32	5,54±4.17
7	37,81±1.68	8,63±1.99
14	23,56±1.61	18,67±2.71
21	7,20±1.75	3,63±2.53

Fuente: Autoría propia

A continuación, en la figura 12 se representa el comportamiento de diferencia total de color con la variable L^* .



*t1, temperatura 20°C. t2, temperatura 37°C. t3, temperatura 47°C.

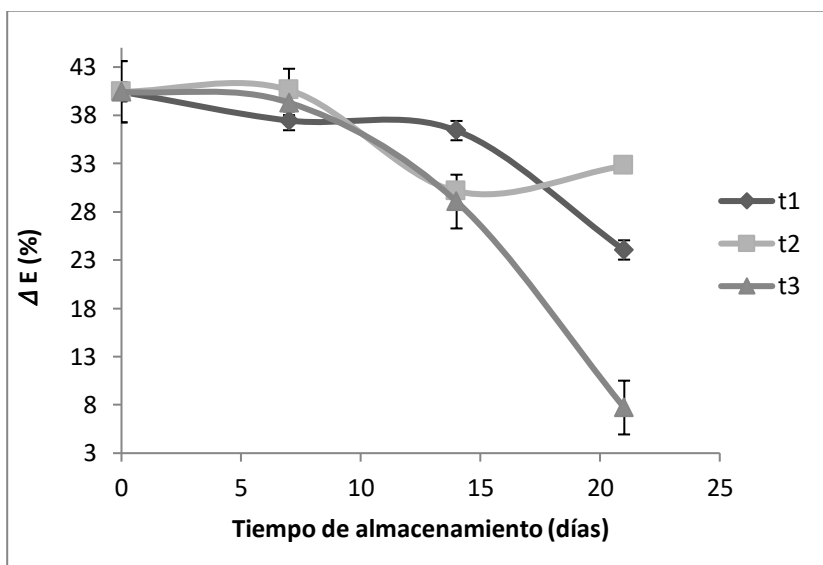
Fuente: Autoría propia

Figura 12. Comportamiento de diferencia total de color (L^) en el tiempo para las temperaturas de almacenamiento*

En general todas las variables presentaron una disminución desde la primera lectura, sin embargo, se destaca la coordenada L^* al demostrar una disminución constante y

pronunciada durante el tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas como se evidencia en la figura 12, además, se determinó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) de los datos evaluados debido al tiempo y la temperatura de almacenamiento, Castellanos, (2016) reporta que la pérdida de L^* en la muestra almacenada a 15°C se pierde más rápidamente que la muestra almacenada a 5°C , al evaluar luminosidad en fondos de alcachofa durante 21 días a temperaturas de 5, 15 y 25°C .

En las figuras 13 se representan de manera gráfica las variables ΔE^* .



*t1, temperatura 20°C . t2, temperatura 37°C . t3, temperatura 47°C .

Fuente: Autoría propia

Figura 13. Comportamiento de diferencia total de color ΔE (%) en el tiempo para las temperaturas de almacenamiento.

Se encontraron diferencias significativa con un 95.0% en nivel de confianza entre las muestras debido al tiempo y temperatura de almacenamiento, se evidenció pérdida de

color a través del tiempo, posiblemente por reacciones de pardeamiento enzimático generadas por el tiempo y temperaturas de almacenamiento, consecuente con los efectos reportados por Cortijo & Hollguin, (2017), quienes evidenciaron después de la semana 3 y a temperatura ambiente la reacción de maillard, debido al contenido de azúcares reductores en el producto y la degradación de los pigmentos de color como el caroteno presente en una salsa picante a partir de rococó y chocho.

Orden de la reacción de la salsa de fruta con inclusión de quinua

Para la estimación de la vida útil en salsa de frutas se evaluó el orden de la reacción de las cinéticas de luminosidad, sinéresis, actividad de agua, y acidez teniendo en cuenta el coeficiente de regresión lineal que estuviera cercano a uno, como se puede observar en la tabla 19.

Tabla 19. Orden de reacción y constante específica de velocidad (k) para las cinéticas de luminosidad, sinéresis, actividad de agua durante el almacenamiento a 20°C, 37°C y 47°C

<i>Variable</i>	<i>Temperatura °C</i>	<i>Orden de reacción</i>	<i>Constante de velocidad (k)</i>	<i>R²</i>
Luminosidad	20	n = 0	0.7216	0.9925
	37		0.9467	0.9994
	47		1.1117	0.9866

Sinéresis	20	n = 1	0.100	0.8679
	37		0.117	0.9285
	47		0.107	0.9577
aW	20	n = 0	0.0049	0.5746
	37		0.0054	0.6841
	47		0.0076	0.8317
Acidez	20	n = 1	0.0058	0.5618
	37		0.0051	0.5028
	47		0.0068	0.7436

Fuente: Autoría propia

La cinética de luminosidad (*L) presentó orden de reacción 0, donde se evidencia que el coeficiente de regresión (R^2) para las tres temperaturas fue cercano a uno.

Determinación de las constantes de velocidad de reacción (k)

Las constantes de velocidad k fueron determinadas de las cinéticas de reacción de deterioro del producto que en este caso fue el factor de calidad luminosidad. En la tabla 20, se exponen los valores de k para realizar la gráfica de linealización de la ecuación de Arrhenius de acuerdo con los resultados de la constante de velocidad (k) obtenidas de L^* .

Tabla 20. Valores constante de velocidad de reacción de orden cero

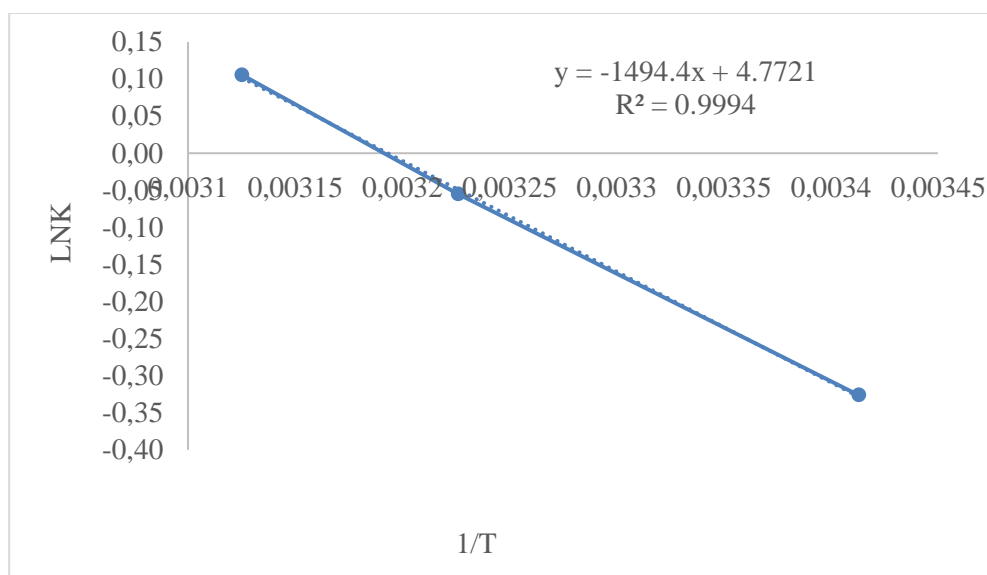
<i>Temperatura (°C)</i>	<i>K</i>	<i>LnK</i>	<i>1/T(°K)</i>
20	0.7216	-0.32628431	0.00341297
37	0.9467	-0.05477302	0.00322581
47	0.9823	-0.01785852	0.00312500

Fuente: Autoría propia

Como se puede observar en la variable k existe un incremento de las constantes de velocidad en función de la temperatura, según Labuza, (1999), la velocidad de reacción se incrementa a medida que aumenta el parámetro de temperatura.

Estimación de tiempo de Vida útil

En la figura 14 se puede observar la gráfica de Arrhenius que fue construida utilizando los valores de la tabla 19 para calcular la energía de activación y estimar la vida útil del producto.



Fuente: Autoría propia

Figura 14. Gráfica de Arrhenius, Vida útil salsa de frutas con inclusión de quinua

Mediante la gráfica de Arrhenius se puede calcular la energía de activación, al obtener un valor de 12424,442 J/mol para la salsa, resaltando una pendiente pronunciada tal como se evidencia en la figura 14, lo que significa una reacción lenta, por lo tanto se activara poco a poco al elevar la temperatura, acorde con lo reflejado en el estudio de Castellanos, (2016) quien determinó la vida útil de fondos de alcachofa mediante pruebas aceleradas, y obtuvo una energía de activación menor por el valor de las temperaturas evaluadas que fueron más bajas.

Vito, (2019) señala que existe una dependencia de la temperatura con la velocidad de reacción. Una energía de activación mínima significa poca pendiente en la representación de Arrhenius y la reacción es tan rápida que poca aceleración o activación se logra elevando la temperatura. Por el contrario, una energía de activación alta significa una

reacción lenta, representando una gran pendiente en la gráfica, por lo tanto, se activará paulatinamente al elevar la temperatura.

A continuación, se presenta en la tabla 21, la estimación del tiempo de vida útil a diferentes temperaturas de almacenamiento, usando la ecuación 3, donde se tuvo en cuenta que la luminosidad crítica para el producto fue de 14.4 según datos experimentales, punto importante porque inicia a deteriorarse o perder calidad el producto, respecto a la luminosidad inicial fue de 37.86 y el valor de k fue el obtenido según la ecuación 6 para cada temperatura considerando el modelo de Arrhenius.

Tabla 21. Estimación vida útil para cada temperatura de almacenamiento

<i>Temperatura (°C)</i>	<i>K_0</i>	<i>Tiempo de vida útil (días)</i>
20	0.7202	32.579
37	0.9526	24.630
47	1.1075	21.186

Fuente: Autoría propia

Se observó en la tabla 21 que a una temperatura de 20°C tiene una duración de 32 días aproximadamente, al ser un tiempo considerable teniendo en cuenta que para la elaboración de la salsa de frutas no se emplea ningún tipo de aditivo o conservante que pueda alterar de manera positiva el tiempo de vida útil de la salsa de frutas con inclusión de quinua, el resultado obtenido se asemeja al tiempo de vida útil determinado por Cortijo &

Hollguin, (2017) en una salsa picante a partir de rocoto y chocho logrando establecer a una temperatura de 25°C una vida útil de 45 días, a diferencia de Casusol, (2018) quien observó un tiempo máximo de vida útil de 12 días para una salsa picante a base de cocona, ají amarillo y ají charapita, debido a que determino un crecimiento de microorganismos al día 18 luego de su almacenamiento. La diferencia en el tiempo de vida útil se puede deber a las materias primas que son utilizadas en la elaboración del producto, la temperatura a la cual se esa almacenando y cambios en el proceso de producción.

Transferencia tecnológica a transformador de quinua

Se realizó una capacitación a la empresa Quality Q donde se explicó la estandarización del proceso en la elaboración de la salsa de frutas, puntos críticos y variables que deben considerar para no afectar la estabilidad del producto. Se comparte los tiempos de vida útil obtenidos para la salsa según las temperaturas evaluadas, los resultados de aceptación de acuerdo con el análisis sensorial y recomendaciones con respecto a la vida útil.

Conclusiones

- La mejor formulación fue la número uno, la cual está compuesta por un 36% de mora, 15% de zanahoria, 12% de panela, 5% de quinua, 31.81% de agua, 0.09 de ácido cítrico y 0.1% de pectina, al analizar sus características fisicoquímicas al producto terminado los valores obtenidos para °Brix y pH cumplen con la normatividad vigente, superando 25.0 °Brix y manteniendo por debajo de 4.0 el valor de pH exigidos en la NTC 5583. Respecto a los puntos críticos del proceso se propone controlar el escaldado, la cocción y la pasteurización para prologar la vida útil y no afectar la calidad del producto.
- Las propiedades microbiológicas en la salsa fueron pertinentes respecto a la normatividad al cumplir con el recuento de mohos (UFC/g) <10, recuento de levaduras (UFC/g) <10, recuento de esporas *Clostridium sulfito* reductoras (UFC/g) <10, recuento de *Escherichia coli*, (UFC/g) <10, detección de *Salmonella* (spp/25 g) ausente, cumpliendo las especificaciones establecidas en la NTC 5583.
- De acuerdo con el porcentaje de sinéresis reflejado durante el almacenamiento del producto, se puede concluir que la adición de quinua a la salsa de frutas afecto favorablemente el producto, al presentar disminución en esta propiedad en el transcurso del tiempo, mejorando el índice de absorción de agua aquellos almidones presentes en la quinua.

- La estabilidad de la salsa de frutas con adición de quinua a diferentes temperaturas 20°C, 37°C y 47°C presentaron cambios estadísticamente significativos en algunos parámetros fisicoquímicos como la luminosidad, °brix, pH, acidez, y aW, al disminuir luego de 21 días de almacenamiento. Sin embargo, en el parámetro de sinéresis no se evidencio dicho deterioro.
- Al comparar las cinéticas de algunos parámetros fisicoquímicos como actividad de agua, sinéresis, acidez y luminosidad, se evaluó el orden de la reacción de las cinéticas de los parámetros fisicoquímicos teniendo en cuenta el coeficiente de regresión lineal más cercano a 1, empleando luminosidad para el cálculo de la vida útil del producto. Por tanto, el orden de la reacción fue cero considerando el cambio de luminosidad a través del tiempo para la salsa de frutas con inclusión de quinua.
- Según el análisis sensorial aplicado a 70 consumidores se logró establecer una aceptación del 90% con 63 personas indicando que comprarían la salsa de frutas con inclusión de quinua, además, se logró determinar que dentro de los atributos evaluados más del 50% de los evaluadores indico que le gusta mucho y le gusta muchísimo los atributos de sabor y color.
- Según la energía de activación obtenida 12424,442 J/mol y la pendiente reflejada en los resultados, se puede determinar que la activación se logra a medida que la

temperatura va incrementando, debido a la dependencia de la temperatura en la velocidad de reacción, concluyendo que reacción aumenta con la temperatura.

- Se determinó la vida útil para la salsa de frutas con inclusión de quinua en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente a 20°C presentaría un tiempo de 32 días, mientras a 37°C podría durar 24 días y a 47°C se conservaría 21 días. Resultado coherente ya que fue una salsa sin conservantes y esto puede influir en la vida útil.
- Se realizó transferencia de conocimiento a la empresa Quality Q, al brindar un aporte ingenieril en la estandarización del proceso y estimación de vida útil de la salsa de quinua para el fortalecimiento en la cadena productiva de Cundinamarca, quien se dedica actualmente al desarrollo de productos artesanales en la región.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar posteriores estudios para evaluar el endulzante empleado en la elaboración de la salsa de frutas, con el objetivo de hallar el producto ideal que influya de manera positiva en la estabilidad de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.
- Es recomendable llevar a cabo en posteriores estudios una adición de aditivos naturales que contribuyan a incrementar el tiempo de vida útil de la salsa.
- Se recomienda efectuar análisis microbiológicos y sensoriales a través del tiempo o en su defecto al finalizar el período de evaluación de la muestra, para determinar el comportamiento y la incidencia de estos parámetros en un siguiente estudio de vida útil.

Anexos

. Evidencia fotográfica

Salsa de frutas con inclusión de quinua a diferentes temperaturas de almacenamiento luego de 21 días.



Figura 15 Salsa de frutas con inclusión de quinua T1 – 20°C



Figura 16 Salsa de frutas con inclusión de quinua T2 – 37°C



Figura 17 Salsa de frutas con inclusión de quinoa T3 – 47°C

Análisis estadístico

Los datos que se obtuvieron de las pruebas de almacenamiento acelerado según los factores de calidad evaluados (Color, °Brix, pH, Acidez, Sinéresis y Actividad de agua) se analizaron estadísticamente realizando un análisis de varianza (ANOVA) con el propósito de determinar si existen diferencias significativas entre los promedios de las tres variables existentes correspondiente, ($p < 0,05$).

Variable °Brix

Tabla 22 Análisis de Varianza para °Brix - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:tiempo	90,5544	8	30,184	32,84	0,0000
B:temperatura	0,637222	11	0,3186	1,40	0,2655
INTERACCIONES					
AB	8,59389	1	1,4323	6,30	0,0004
RESIDUOS	5,45333	4	0,2272		
TOTAL (CORREGIDO)	105,239	5			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Variable Acidez

Tabla 23 Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:temperatura	0,000474 595		0,0002 37297	0 ,31	0 ,7392
B:tiempo	0,123924		0,0413 081	5 3,27	0 ,0000
INTERACCIONES					
AB	0,002883 74		0,0004 80623	0 ,62	0 ,7125
RESIDUOS	0,018611 1	4	0,0007 75464		
TOTAL (CORREGIDO)	0,145894	5			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Variable pH

Tabla 24 Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:temperatura	0,000316 667		0,0001 58333	1 ,63	0,21 72
B:tiempo	0,005563 89		0,0018 5463	1 9,08	0,00 00
INTERACCIONES					
AB	0,005261 11		0,0008 76852	9 ,02	0,00 00

RESIDUOS	0,002333		0,0000		
	33	4	972222		
TOTAL (CORREGIDO)	0,013475	5			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Variable aW (Actividad de agua)

Tabla 25 Análisis de Varianza para aW (Actividad de agua) - Suma de Cuadrados

Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:temperatura	75,0741		75,0741	13,03074,08	0,0000
B:tiempo	0,001510		0,000503606	8,74	0,0003
INTERACCIONES					
AB	0,003693		0,00123101	21,37	0,0000
RESIDUOS	0,001613		0,0000576131		
	17	8			
TOTAL (CORREGIDO)	75,0802	5			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Variable Sinéresis

Tabla 26 Análisis de Varianza para Sinéresis - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:temperatura	188,736		188,736	5,817	0,0000
B:tiempo	408,148		136,049	4,193	0,0000
INTERACCIONES					
AB	405,746		135,249	4,168	0,0000
RESIDUOS	90,8491	8	3,2446		
TOTAL (CORREGIDO)	1500,42	5			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Variable L*

Tabla 27 Análisis de Varianza para L - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:temperatura	81,8153		40,9077	19,40	0,0000
B:tiempo	3047,78		1015,93	48,169	0,0000
INTERACCIONES					
AB	92,2706		15,3784	7,29	0,0000
RESIDUOS	97,0179	6	2,1090		

TOTAL (CORREGIDO)	3330,43	7			
----------------------	---------	---	--	--	--

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Variable a*

Tabla 28 Análisis de Varianza para a - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:temperatura	599,691		299,846	68,89	0,0000
B:tiempo	3917,98		1305,99	300,05	0,0000
INTERACCIONES					
AB	886,559		147,76	33,95	0,0000
RESIDUOS	200,217	6	4,352		
TOTAL (CORREGIDO)	5595,52	7			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Variable b*

Tabla 29 Análisis de Varianza para b - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
---------------	--------------------------	----------	-----------------------	----------------	----------------

EFFECTOS PRINCIPALES					
A:temperatura	29,1916		14,59	0,99	0,
			58		3797
B:tiempo	407,647		135,8	9,21	0,
			82		0001
INTERACCIONES					
AB	691,931		115,3	7,82	0,
			22		0000
RESIDUOS	678,765	6	14,75		
			58		
TOTAL (CORREGIDO)	1889,83	7			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Evidencia transferencia tecnológica

La transferencia tecnológica a la empresa Quality Q se llevó a cabo por medio de la plataforma Microsoft Teams, a continuación, se encuentran las imágenes como evidencia de la reunión.

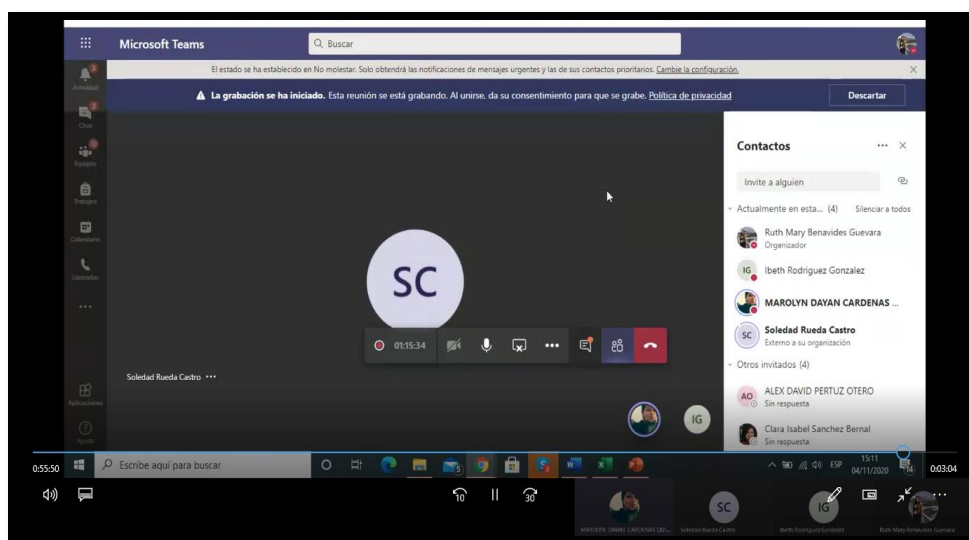


Figura 18 Evidencia 1 transferencia tecnológica

Introducción



Departamentos con mayor producción de quinua en Colombia:
Cauca: 719 t/año
Nariño: 379 t/año
Cundinamarca: 202 t/año

Departamentos con mayor producción de mora en Colombia:
Cundinamarca: 34.009t/año
Huila: 8.361t/año
Nariño 7.502t/año




teamsmicrosoft.com está compartiendo tu pantalla.

[Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)







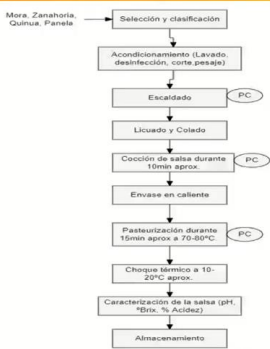






Figura 19 Evidencia 2 transferencia tecnológica

Resultados



Puntos críticos del proceso

Escaldado, es una operación unitaria que permite resaltar el color natural de la fruta, inhibe las reacciones enzimáticas indeseables y prepara el producto para su próxima etapa.


La **cocción** esta etapa se logra la consistencia deseada en el producto


La **pasteurización** es otra operación unitaria que se debe controlar debido a su importancia para prologar la vida útil del producto y disminuir la probabilidad de generar microorganismos patógenos (Iriarte, 2019).


La **caracterización** de la salsa es requerida para evaluar el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos del producto según la NTC 5583.


Fuente: Autoría propia


Figura 1. Diagrama de flujo del procedimiento de elaboración de la salsa


















Figura 20 Evidencia 3 transferencia tecnológica

Agradecimientos



VIGILIA MediEducación





Grupo de docentes

Macro proyecto PS-19-2018 “Fortalecimiento en la producción de derivados de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) como una estrategia para la conformación de la cadena productiva en Cundinamarca”

CO1898455 CO1777811

Figura 21 Evidencia 4 transferencia tecnológica

Lista de referencias

- Agronet. (2017). Estadísticas agrícolas, área y producción de la Quinoa en Colombia.
- Almache, N. (2017). UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE 7
ECOTIPOS DE MORA (*Rubus glaucus* Benth .), BAJO.
- Ampuero, J. (2016). Efecto de la concentración de tres gomas sobre el índice de consistencia y la sinéresis de la salsa de aji. *Tesis*.
- AOAC. (1984). Association of Analytical Chemists. Official Method 100.41. AOAC International.
- AOAC. (2005). Association of Analytical Chemists. Official Method 978.19 AOAC International.
- Barandiarán, F. M., Jáuregui, G. B., & Obregón, J. (2013). Sinéresis, características reológicas y consistencia sensorial de salsa de alcachofa (*Cynara scolymus* L.). *Scientia Agropecuaria*, 4(3), 163–172.
- Blackberry, C., & Sumapaz, I. N. (2019). SUSTENTABILIDAD EN LA AGRICULTURA FAMILIAR AGROECOLOGICA : MORA DE CASTILLA EN SUMAPAZ
SUSTAINABILITY IN AGROECOLOGICAL FAMILY AGRICULTURE :, 11(11), 12–22.
- Camacho, M., & Gelvez, M. (2018). ELABORACIÓN DE UNA SALSA DE ADEREZO A BASE DE MANGO DEVELOPMENT OF A MANGO BASED SAUCE. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 16(1), 22–31.

- Castellanos, F. (2016). Determinación de vida útil acelerada de fondos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) pre-cocidos y empacados al vacío para la empresa Agri M. V. C. M. Ltda.
- Castro, C. B., & Camargo, Y. B. (2019). Evaluación de las propiedades que determinan la vida útil de la pulpa de mora con inclusión de polen apícola, 1–6.
- Casusol, K. (2018). Formulación de una salsa picante a base de pulpa de cocona (*Solanum sessiliflorum*), ají amarillo (*Capsicum baccatum*) y ají Charapita (*Capsicum chinense*). *Revista de Investigaciones de La Universidad Le Cordon Bleu*, 5(1), 5–17.
<https://doi.org/10.36955/riulcb.2018v5n1.001>
- Chapoñan, A., & Medina, J. (2014). Determinación del tiempo de vida útil de una salsa picante a partir de rocoto (*Capsicum Pubescens*) y tomate de árbol (*Solanum Betaceum*).
- Condori, E., & Guerrero, A. (2019). Estimación de la vida útil del manjar de leche a base de lactosuero mediante pruebas aceleradas.
- Cortijo, K., & Hollguin, X. (2017). Determinación Del Tiempo De Vida Útil De Una Salsa Picante a Partir De Rocoto Y Chocho., 104.
- Downey, G. (2003). Effects of cryoprotectant mixtures on physical properties of frozen and thawed pureed cooked potatoes: some introductory studies. *International Journal of Food Science and Technology*.
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*.
- Figuroa, P. E. V. (2015). Desarrollo y evaluación de una barra de fruta a partir del fruto de asaí (*Euterpe precatoria*).
- Flores, N. (2019). “ELABORACIÓN DE UNA SALSA A BASE DE HUACATAY

(Tagetes minuta) Y ROCOTO (Capsicum pubescens) EVALUANDO SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES.”

Flórez, E., Vinchira, J., & Acosta, Z. (2018). Evaluación físicoquímica, microbiológica y sensorial de una salsa y una bebida funcional a base de extracto de frijol rojo

(phaseolus vulgaris) con pulpa de guayaba en el municipio de Valledurpar, 6, 70–83.

Giraldo Gómez, G. I. (1999). Métodos De Estudio De Vida De Anaquel De Los Alimentos, 1–96.

Grijalba Rativa, C., Calderón Medellín, L. A., & Pérez Trujillo, M. M. (2016).

Rendimiento y Calidad de la Fruta en Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth), con y sin Espinas, Cultivada en Campo Abierto en Cajicá (Cundinamarca, Colombia).

Revista Facultad De Ciencias Básicas, 6(1), 24–41.

Guerrero López, A. (2018). Impacto del cultivo de la quinua (Chenopodium quinoa Willd) como alternativa productiva y socioeconómica en la comunidad indígena Yanacona de La Vega, Cauca, Colombia, 133.

Guzmán, M., Cuenca, T., & Tacuri, K. (2018). Caracterización de la poscosecha de la mora de castilla (Rubus glaucus) tratada con 1-metilciclopropeno. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(1), 66–75.

Herawati, E. R. N., Nurhayati, R., & Angwar, M. (2017). Pendugaan Umur Simpan Keripik Pisang Salut Cokelat “Purbarasa” Kemasan Polipropilen Berdasarkan Angka Tba Dengan Metode Aslt Model Arrhenius. *Reaktor*, 17(3), 118.

<https://doi.org/10.14710/reaktor.17.3.118-125>

Hernandez, J. (2015). La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. *Revista Cubana de Endocrinología*, 304–312.

Huampa, E. (2016). EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE ESCALDADO SOBRE EL CONTENIDO DE VITAMINA C, CAROTENOIDES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LA PULPA DE MANGO (*Mangifera indica* L.) VARIEDAD HADEN, 3345–3356.

ICONTEC. (1971). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Productos alimenticios. Metodos de ensayo. NTC 440, Bogotá, Colombia: ICONTEC.

ICONTEC. (1997). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Microbiología Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25 °C, *NTC 4132*, Bogotá, Colombia: ICONTEC.

ICONTEC. (2000). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Microbiología de alimentos y alimentos para animales Método horizontal para el recuento de *Clostridium sulfito reductores* e identificación de *Clostridium perfringens*. Técnica de recuento de colonias, *NTC 4834*, Bogotá, Colombia: ICONTEC.

ICONTEC. (2007). *Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Microbiología de alimentos y alimentos para animales Método horizontal para el recuento de Estafilococos coagulasa positiva (Staphylococcus aureus y otras especies).*

Iriarte, D. (2019). AVANCES EN TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE PULPAS DE FRUTAS, 22, 1–8.

Iza, M., Viteri, P., Hinojosa, M., Martínez, A., Sotomayor Correa, A., & Viera, W. (2020). Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Enfoque UTE*, 11(2), 47–57.
<https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n2.529>

- Kilcast, D., & Subramaniam, P. (2000). *The stability and shelf-life of food. The Stability and Shelf-Life of Food*. <https://doi.org/10.1533/9781855736580.2.249>
- Labuza, T. (1999). Determination of the Shelf Life of Foods. Department of Food Science and Nutrition.
- Llanos, M. (2017). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos, reológicos y sensoriales de salsa elaborada a partir de rocoto (*Capsicum pubescens*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad Pasankalla, 1–303.
- Lobo, A. (2017). Evaluación de la sobrevivencia y tolerancia a la temperatura de llenado de *Lactobacillus curvatus* en salsas picantes acidificadas y transferencia de los resultados a productores locales.
- Lombana, J., Amashta, Y., Correa, C., & Rodríguez, M. C. (2018). Benchmarking Y Análisis De Competitividad De Las Cadenas Productivas De Quinoa En Colombia, Peru Y Bolivia. *FACE: Revista de La Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 17(2), 157. <https://doi.org/10.24054/01204211.v2.n2.2017.2891>
- Luque, O., Parillo, I., Sacachipana, R., Yucra, Y., Mamani, Y., & Baylor, L. (2019). Influencia del proceso de germinación de germinación en el contenido de proteínas y aminoácidos de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad Pasankalla Roja. *Revista de Investigación Científica*, 2(1).
- Macedo, R. C., Ramírez, & Vélez-Ruíz, J. F. (2015). Propiedades fisicoquímicas y de flujo de un yogur asentado enriquecido con microcápsulas que contienen ácidos grasos omega 3. *Informacion Tecnológica*, 26(5), 87–96. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500012>
- Martínez-Salinas, A. A., Villacís-Aldáz, L. A., Viera-Arroyo, W. F., Jacome Montesdeoca,

- R. I., Espín-Chico, M. C., León-Gordón, O. A., & Santana-Mayorga, R. (2019). Evaluación de nuevas tecnologías de producción limpia de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth), en la zona Andina de Ecuador, para un buen vivir de los fruticultores. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 7(1), 63–70.
- Mendoza, K. (2017). Muffins de chocolate con relleno de mermelada de kiwi enriquecida con Spirulina (*Arthrospira platensis*). *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*.
- Minagrucultura. (2016). La quinua en Colombia es uno de los cultivos con gran potencial de crecimiento.
- Minaya, C. (2016). Viscosidad de una salsa de Tarwi (*Lupinus mutabilis*) libre de Gluten y lactosa utilizando gomas Guar y Xantan. *Revista de Investigaciones de La Universidad Le Cordon Bleu*, 3(1), 29–40. <https://doi.org/10.36955/riulcb.2016v3n1.003>
- Murrugarra, M. (2018). Efecto de la proporción de almidón de yuca (*manihot esculenta* crantz) variedad blanca: goma xantana y pH en las propiedades reológicas, sinéresis y fuerza máxima de extrusión de relleno de arándano (*vaccinium corymbosum* l.) var. Jewel. *Tesis*, 1–68.
- Olivo, E. (2018). *CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO POSCOSECHA Y CUANTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS EN MORA DE CASTILLA (Rubus glaucus BENTH) EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA. Mathematics Education Journal* (Vol. 1). <https://doi.org/10.29333/aje.2019.423a>
- Pastor, J. (2017). “Estudio De Vida Útil En Alimentos: Pipas De Calabaza Y Quinoa.”
- Pilamala, A., Reyes, J., Cerda, L., & Moreno, C. (2018). Harvesting of andean crops camote (*Ipomoea batata*) and oca (*Oxalis tuberosa*) in the improvement of the texture

of an apple-based compote variety Emilia (*Malus communis* - Yellow reed of Blenheim). *Agroindustrial Science*, 8(1), 7–13.

<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2018.01.01>

Quijano, D., & Beltán, C. (2019). Elaboración de una salsa a base de mango tierno (*Mangifera indica*) y sus respectivos análisis microbiológicos y bromatológicos.

Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–1699.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Resolución. (n.d.). Resolución 2155 del 2012.

Reyes, G. (2017). Evaluación de la calidad postcosecha de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) con un recubrimiento comestible de gelatina y ϵ -polilisina, 7(1), 45–56.

Vargas, D. (2015). Efecto de la liofilización sobre propiedades fisicoquímicas y vida útil de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en polvo, 176.

Vargas Muñoz, D. P. (2015). Efecto de la liofilización sobre propiedades fisicoquímicas y vida útil de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en polvo, 176.

Vicuña, C. (2015). Elaboración de compota a base de frutas y quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento complementario para infantes Elaboración de compota a base de frutas y quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento complementario para infantes.

Villegas, C. (2016). Aplicación y efecto de un recubrimiento comestible sobre la vida útil de la mora de castilla (*Rubus Glaucus* Benth). *Revista de La Facultad de Ciencias Farmaceuticas y Alimentarias*, 23(3).

Vito, J. (2019). “DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL MEDIANTE PRUEBAS ACELERADAS (ASLT) DE UN PRODUCTO EXTRUIDO ENRIQUECIDO CON

CONCENTRADO PROTEICO DE POTA (DOSIDICUS GIGAS),” 100.

Zárate, M. (2019). Aplicación del almidón de quinua (*Chenopodium quinoa*) en la industria alimentaria de acuerdo a su potencial tecnológico, 110.